CORSO ELEMENTARE

DI

STORIA NATURALE

CORSO ELEMENTARE
DI
STORIA NATURALE

AD USO DEI COLLEGI E DEGLI ISTITUTI DI EDUCAZIONE

REDATTO

Conforme al Programma dell'Università del 14 settembre 1840

DAI SIGNORI

F. S. BEUDANT, MILNE EDWARDS E A. DE JUSSIEU

ZOOLOGIA

DEL SIGNOR MILNE EDWARDS

della Reale Accademia delle Scienze, Ispettore Generale degli Studj, ecc.

EDIZIONE ITALIANA

PER CURA

DI CARLO PORRO

Del Collegio dei Conservatori del Civico Museo Milanese

MILANO

EDITORE DOTT. FRANCESCO VALLARDI

1846

PROGRAMMA

DEL PIANO SEGUITO NELL'ATTUALE VOLUME

DI ZOOLOGIA *

Nozioni preliminari. **

Riflessioni generali sui corpi, e divisioni a farsi tra i corpi bruti e gli esseri organizzati. — Caratteri generali di questi ultimi dedotti 1.° dalla loro composizione chimica; 2.° dalla struttura; 3.° dalla forma; 4.° dall'origine; 5.° dal modo loro di esistere (nutrizione e sviluppo); 6.° dal modo di distruggersi.

Riflessioni generali sul modo di studiare i corpi organizzati. — Anatomia; Fisiologia; Classazione; Costumi; Distribuzione geografica; Usi.

Divisione degli esseri organici in due gruppi. — Del regno animale e del regno vegetale. Fondamento di questa divisione: Zoologia, Botanica.

Regno Animale.

I. *Caratteri generali degli animali.* Nozioni preliminari sui tessuti che formano il corpo degli animali. — Ddefinizione delle parole organo, apparato, funzione. — Rivista complessiva dei fenomeni che hanno luogo negli animali viventi; classazione delle funzioni.

II. *Storia delle funzioni principali, considerate comparativamente in tutta la serie animale.* — Funzione di nutrizione. Assorbimento ed esalazione. — Digestione.

III. Sangue e circolazione.

IV. Respirazione.

V. Assimilazione. — Secrezioni. — Escrezioni. — Calore animale.

VI. Funzioni di relazione. — Sistema nervoso. — Sensibilità; — dei sensi: del tatto, del gusto, dell' olfato, dell' udito, della vista.

* È la prima parte del programma adottato il 4 settembre 1840 dal Consiglio Reale di pubblica istruzione in Francia per l'insegnamento della Storia Naturale in quei Collegi, e si trovò opportuno il riportarla perchè serva a far conoscere l'indole e l'andamento di questo corso. Le altre parti, che spettano alla Botanica, al Regno Minerale ed alla Geologia trovansi in fronte ai relativi volumi.

** Le cifre romane nel Programma succitato indicano le lezioni, ed in questi volumi i capitoli nei quali è principalmente divisa l'esposizione.

VII. Movimenti: organi motori (muscoli); — organi passivi, 1.° degli animali sprovvisti di parti solide agenti a guisa di leve; 2.° degli animali racchiusi entro uno scheletro tegumentario; 3.° degli animali armati di uno scheletro interno. Nozioni sullo scheletro; delle ossa; loro struttura, loro forme e modi coi quali si articolano; descrizione dello scheletro preso ad esempio quello dell'uomo — Meccanismo della locomozione. Conformazione degli organi del moto: 1.° negli animali che camminano; 2.° in quelli che rampicano; 3.° in quelli che nuotano; 4.° in quelli che volano.

VIII. Facoltà istintive dell'uomo e degli animali; Esempi — Nozioni intorno alla voce, alla parola, ecc.

IX. *Nozioni generali sul modo col quale sono costrutti gli animali.* — 1.° Relazioni fra la maggiore o minore complicazione dell'organismo ed il grado di perfezione delle facoltà. — 2.° Trasformazione di una stessa parte in istromenti diversi adatti ad usi differenti. — 3.° Coordinazione dei varii organi che trovansi concomitanti in uno stesso animale. Principio delle armonie organiche e della subordinazione dei caratteri. — 4.° Tendenza della natura a modificare per gradi la struttura degli animali. — Serie zoologica o scala animale. Affinità naturale negli animali.

X. *Classazione zoologica.* — Applicazione delle nozioni precedenti a distinguere gli animali ed ordinarli metodicamente. — Fondamento della classazione degli animali; individui, specie, generi, famiglie, ordini, classi, serie (*embranchements*). — Prevalenza della classazione naturale sulle artificiali. — Rivista generale delle grandi modificazioni che la natura introduce nella conformazione dei diversi animali, rese evidenti nelle classazioni metodiche mediante le ripartizioni di tutto il regno animale in serie ed in classi.

XI. Nozioni sulla struttura organica degli animali spettanti a cadauna delle classi e sulle principali loro differenze tanto di struttura quanto di funzioni e di costumi. — Mammiferi. — Uccelli.

XII. Rettili. — Pesci.

XIII. Insetti; Aracnidi; Crostacei; Vermi. — Molluschi. — Zoofiti.

XIV. *Rivista generale della distribuzione geografica degli animali.* Regioni zoologiche. — Dell'influenza che hanno le circostanze esteriori sulla distribuzione degli animali alla superficie del globo (temperatura, vegetazione, configurazione del terreno, ecc.). Tendenza della natura a presentare, in regioni zoologiche molto distanti, gli stessi tipi organici mediante specie, distinte sì, ma che hanno tra loro qualche analogia. — Esempi del modo col quale trovansi distribuiti geograficamente qualche gruppi di animali già studiati ed alcune delle specie più utili all'uomo.

CORSO ELEMENTARE
DI ZOOLOGIA

NOZIONI PRELIMINARI.

§ 1. **Scopo ed utilità della Storia Naturale.** — Nominasi Storia Naturale, quella scienza la quale esamina la struttura dei corpi che trovansi sparsi alla superficie della terra o riuniti ne formano la massa, che ne indaga i fenomeni, cerca i caratteri per cui distinguonsi l'uno dall'altro e studia l'ufizio di ciascuno nell'armonia del Creato. Il campo della Storia Naturale è quindi immenso, e non è meno utile di quello sia vasto. Alcuni, poco addestrati alle scienze, solo scorgono in questi studj un affastellamento di notizie sgranate, adatte a solleticare la curiosità piuttosto che ad esercitare l'intelletto; altri li disprezzano siccome un arido assembramento di nomi tecnici, e di classazioni arbitrarie; ma sola l'ignoranza può dar origine a questi pregiudizj, e chi possiede anche appena le prime nozioni e più elementari della Storia Naturale dovrà confessarne a sè stesso la molta utilità. Il grande ed armonico spettacolo della natura, svelandoci quanto il bello reale della Creazione prevalga al bello ideale delle opere umane, sublima l'anima ed abitua lo spirito a pensieri grandi e salutari. La conoscenza di noi stessi e degli oggetti che ci attorniano, non solo soddisfa al bisogno di sapere, il quale va crescendo col crescere e svilupparsi dell'intelletto, ma è fondamento necessario a gran numero di altri studii, e mezzo adatto ad informare il giudizio a quella rettitudine senza la quale le doti più vivaci dello spirito perdono ogni virtù, ed anzichè renderlo proficuo ai bisogni della vita lo insteriliscono. Il valore pratico delle scienze naturali è troppo evidente perchè abbia mestieri di dimostrazioni, ed a

farsene persuasi basta riflettere quanti servigi rendono all'industria la Geologia e la Mineralogia, dirigendola nello scavo dei tesori sepolti entro le viscere della terra; scortata dalla Botanica l'agricoltura sa trar vantaggio dall'infinita varietà dei vegetali; la Zoologia enumerando gli animali non solo ci addita quelli dai quali possiamo trarre la lana, la seta, il miele, ec., o togliere a prestito la forza che ci manca, ma anche le specie dannose alle coltivazioni. In fine è d'uopo persuadersi che la medicina procede a tentone e ciecamente in mezzo alla lunga sequela di malattie, che miseramente affliggono l'umanità quando non s'illumina della conoscenza scientifica della natura dell'uomo. Ma, lo ripetiamo, l'importanza pratica di questi studii non ha bisogno di prove, e ognuno può trovarle da sè stesso, quale pur sia la carriera che prenda a seguire, ed il vantaggio che ci arrecano, non si limita alla sola utilità pratica; merita più seria riflessione l'influenza che hanno sulla nostra intelligenza. In fatti le scienze naturali col modo di procedere che loro è proprio, abituano lo spirito a risalire dagli effetti alle cause, e nel tempo stesso a comprovare ad ogni passo con nuovi fatti le conseguenze dedotte dalle precedenti osservazioni; esse conducendo alle più alte idee speculative, cimentano sempre l'ipotesi colla prova materiale, ed infrenando l'immaginazione non gli permettono di fuorviare. In fine la Storia Naturale, meglio di ogni altro studio, esercita la mente al *metodo*, parte della logica, in difetto della quale riesce laboriosa qualsiasi investigazione ed ogni esposizione oscura.

Se la Storia Naturale deve dunque trovar posto tra gli elementi d'ogni vera ed utile educazione, non è a credersi che d'ogni giovane si voglia farne un Naturalista; per riuscire profondi in così vasta scienza è necessario un tempo non concesso dagli altri studii classici, e d'altronde essa comprende un numero infinito di particolari utili solo a coloro che vogliano occuparsene in modo speciale. Una persona colta non deve già sapere i minuti caratteri mediante i quali può distinguersi un genere di piante o di animali, da altro genere ad esso affine, o designare esattamente il tragitto di un'arteria o di un nervo nel corpo umano; aggravando la memoria di tali notizie gli si impone fatica che poi non lascia traccie nè durevoli, nè utili; importa invece che si abbiano esatte idee sui gravi quesiti che le scienze naturali si adoperano a risolvere, sulla costituzione del globo e le rivoluzioni fisiche

che avvennero alla sua superficie, sulla natura delle piante e degli animali, sul modo col quale questi esseri eseguiscono le loro funzioni, e sulla diversa loro struttura che varia al variare del genere di vita al quale sono destinati. Acquisite una volta tali cognizioni non ponno più dimenticarsi, perchè servono di fondamento agli studj speciali di chi vuol farsi naturalista, e perchè bastevoli a coloro le occupazioni peculiari dei quali non hanno così intimo legame con quelle scienze. Tali, anche per opinïone del corpo Universitario, sono le nozioni generali che devonsi imprimere nella mente de' giovani prossimi a compiere il corso degli studj classici; e nel presente volume si seguì il piano da esso tracciato nel suo Programma.

§ 2. **Divisione dei corpi naturali in tre regni.** — Si è detto che la Storia Naturale si occupa di tutti i corpi sparsi alla superficie del globo o giacenti per entro la terra. È noto come questi corpi sieno di doppia natura, cioè, *bruti* o *minerali*, e *viventi* od *organizzati;* questi ultimi dividonsi la loro volta, con modo consono a quello indicato nel linguaggio comune, nei due distinti gruppi de' *vegetali* e degli *animali;* quindi la natura scompartesi in tre grandi *gruppi* o Regni: il *Regno minerale*, il *Regno vegetale*, ed il *Regno animale.*

La prima domanda che naturalmente rivolge a sè stesso chi si accinge allo studio della Storia Naturale, è diretta a sapere su che fondinsi queste così evidenti distinzioni, ed a cercare per quali effettive differenze un corpo bruto sia diverso da un corpo vivente, ed una pianta da un animale.

§ 3. **Differenze tra i corpi bruti ed i corpi viventi.** — Tali differenze sono numerose e, qualunque sia il punto di vista dietro il quale vengano posti a confronto, gli esseri minerali e gli organizzati risultano diversi per diversità d'origine, pel modo diverso di esistere, di durare, di distruggersi, non che per differenze di forme generali, di struttura intima, ed anche di composizione elementare; poche parole basteranno a dimostrarlo.

§ 4. Diverso è il *modo di origine* dei corpi bruti e degli esseri viventi; diffatti un minerale si forma immediátamente dall'unione di due o più materie di natura diversa da quella del minerale prodotto, e che si combinano solo in forza delle leggi di affinità chimica di cui sono dotate. Al contrario un essere vivente non sarà mai la conseguenza di queste

spontanee combinazioni della materia, e non potrà mai formarsi se non per l'influenza di un altro corpo vivente simile a lui; la forza vitale indispensabile alla sua esistenza trasmettesi per una non interrotta successione di individui, nati ciascuno da altri, e tutti somiglianti fra loro. Così il sale comune si formerà ogni volta che verranno a combinarsi due particolari sostanze, che non hanno nessuna analogia col sale, la soda e l'acido cloroidrico, e queste sostanze per combinarsi non avranno bisogno della presenza di un sale simile a quello al quale danno origine. Invece una pianta od un animale non ponno crearsi a questo modo e di un solo tratto; onde si formino è loro indispensabile attingere il principio della vita da altro corpo vivo, precedentemente sviluppato, dal quale perciò procedono. Pare che questi esseri onde esistere abbiano bisogno di una impulsione estranea, proveniente da un essere simile a ciò che essi diveranno in seguito.

§ 5. Altra differenza caratteristica risulta dal *modo diverso di esistere* dei corpi viventi messi in confronto cogli inorganici. Nell'interno i corpi bruti, cioè le pietre, ed i minerali, rimangono in riposo permanente; le molecole delle quali si compongono non si rinnovano coll'aumentarsi del volume del corpo, e s'ingrossano solo per esterna sovrapposizione di materie analoghe; se pérdono parte della loro sostanza, ciò accade per puro accidente o per azione di forze agenti fuori di essi, ed affatto indipendenti dalla causa di loro esistenza. Al contrario ogni corpo vivente è la sede di un continuo movimento interno di composizione e scomposizione molecolare, mediante il quale va perennemente rinnovandosi parte delle materie che lo compongono; sempre incorpora alla propria sostanza molecole estranee attinte al di fuori, ed abbandona e restituisce al mondo esterno parte della materia onde era costituito. Questo procedere vorticoso costituisce il fenomeno della *nutrizione*, il qual fenomeno è indispensabile che non venga mai interrotto. Da questo movimento interno conseguono le mutazioni di volume subíte dai corpi viventi, la massa dei quali diminuisce in allora che la somma delle materie espulse eccede quella delle molecole nuovamente assimilate; invece gli esseri organizzati crescono per *intussusceptione*, e non a modo di minerali per *soprapposizione*, cioè le nuove materie addizionate alla loro massa non s'incrostano esternamente, ma, penetrando nelle parti più profonde della sostanza, interpongonsi tra le molecole già esistenti

e vi surrogano quelle che il lavoro della nutrizione ha esaurite e rejette.

§ 6. Infine i corpi viventi, dopo avere così esistito per un tempo che varia al variare delle specie, infallibilmente periscono. I corpi bruti al contrario una volta prodotti continuano ad esistere fino a tanto che non vengano distrutti da una forza estranea; la loro durata non ha limiti fissi, ed essi non portano in sè stessi il principio della loro distruzione. Ripetiamo che negli esseri organizzati la *morte* è necessaria conseguenza della vita, e siccome nessuno d'essi può nascere spontaneamente, così scomparirebbero presto dalla superficie della terra se all'attitudine di nutrirsi non aggiungessero anche quella di riprodursi; la quale attitudine essendo concessa a tutti i corpi viventi, costituisce uno de' caratteri pei quali gli esseri organizzati differiscono essenzialmente dai corpi bruti.

§ 7. Meritano pure osservazione le differenze che si scorgono tra i corpi bruti, ed i corpi viventi considerati in quanto spetta le loro forme ed il loro volume. Ogni corpo vivente è in qualche modo predestinato ad acquistare una forma determinata, diversa da quella che ha nei primordii della sua esistenza, ed alla quale arriva per graduato sviluppo; queste forme non sono così semplici e geometriche come quelle dei minerali cristallizzati. Ogni essere vivente trovasi costretto entro limiti di volume che non può oltrepassare, ed una forza interna lo spinge a crescere sino a che si avvicini ai limiti invariabilmente prestabiliti ad ogni specie; la massa invece de' corpi bruti non ha confini necessari. Il marmo può esistere sotto forma di frammento microscopico, o costituire un'intera montagna; ma onde esistano una pianta, un insetto, od un uccello è necessario che raggiungano le dimensioni loro prefisse, ed egualmente non potranno mai oltrepassare i confini assegnati dalla natura al loro sviluppo.

Un corpo bruto può essere meccanicamente suddiviso senza che i diversi frammenti mutino natura e perdano le loro proprietà essenziali; le diverse parti di una stessa massa bruta non legansi necessariamente fra loro, e solo idealmente può ammettersi l'esistenza di un *individuo* minerale indivisibile; ciascuna delle parti, all'incontro, che la natura riunì a formare una pianta od un animale, costituiscono un assieme necessario all'esistenza di tutte le parti restanti, e formano

un tutto armonico, un *essere individuo*, distinto da quanti lo circondano, e che cessa d'esistere quando venga mutilato oltre una data misura.

§ 8. L'intima struttura fornisce altri caratteri degli esseri viventi. Essi constano sempre di parti solide e di parti liquide, le quali ultime sono sparse in maggiori o minori proporzioni per ogni punto del corpo; le parti solide perchè possano contenere i liquidi, foggiansi a lamine sottili, ed a filamenti disposti in maniera da circoscrivere degli interstizj, o cavità più o meno ravvicinate; questa struttura comune a tutti i corpi viventi dicesi *organismo*. Gli esseri del regno minerale sono diversamente costituiti, e non offrono nessuna analogia con questa costruzione, della quale sarà facile giudicare la molta importanza quando si rifletta a ciò che si disse del movimento nutritivo, il primo ed il più costante tra i fenomeni della vita. In fatti perchè i corpi organici potessero vestire una data forma, bisognava che fossero dotati di parti solide, e l'intervento dei fluidi è necessario perchè possano giungere nella profondità dei tessuti le sostanze estranee destinate ad esservi incorporate, e vengano trascinate al di fuori le particelle che cessano di appartenervi; soli i fluidi concedono alle loro molecole tanto di mobilità da servire a questo ofizio. Dovendo i fluidi penetrare per tutto ove è d'uopo alimentare la vita, cioè e nella profondità de' tessuti solidi ed alla loro superficie, è d'uopo che le parti solide trovinsi disposte in modo da presentare per ogni dove una tessitura spongiosa ed areolare. Sarebbe impossibile l'ideare un movimento simile a quello del lavoro di nutrizione senza ammettere una struttura analoga alla testè indicata; e l'osservazione in fatti ci mostra come questa organizzazione sia generale e costante in tutti gli esseri viventi, e nelle piante e negli animali. Quindi è che questi esseri comprendonsi nella loro generalità sotto il nome di *corpi organici*, il qual nome contraponesi esattamente a quello di *corpi inorganici* attribuito ai minerali.

§ 9. Infine il regno minerale, posto a confronto colla grande divisione degli esseri viventi, differisce anche per la diversa composizione elementare, o chimica, delle sue materie. Un corpo bruto, una pietra, un minerale, può essere unicamente costituito da molecole di una sostanza semplice ed elementare, quali sarebbero lo zolfo, il ferro, ec., o risulta

dall'unione di due o più elementi chimici, il numero dei quali attualmente ammonta circa ai cinquanta; la natura non s'impose a questo riguardo nessuna restrizione, ed associò i principj costituenti i minerali in proporzioni semplicissime.

La composizione chimica degli esseri vivi è invece sempre molto complessa, e per farsi una giusta idea de' materiali costituenti le varie parti del corpo loro è buono aggrupparli in tre classi. Alcune di queste sostanze trovansi anco nel regno minerale, e quando incontransi negli animali e nelle piante non offrono nulla di particolare; tali sono l'acqua ed i diversi sali coi quali formerebbesi la classe dei *corpi inorganici.* Altre sostanze, come lo zucchero e l'urea, ponno dirsi materie *organiche;* la loro costituzione ha molta analogia colle prime, ma in natura non vengono prodotte se non per l'influsso della vita. Per le ultime finalmente, tali l'albumina, la fibrina e la cellulosa, riservasi il nome di *materie organizzate* od anche di *materie vitali:* queste hanno comune colle organiche il modo di origine, ma ne diversificano, come i corpi bruti, per caratteri chimici di alta importanza, risultando sempre dall'unione di tre o quattro elementi determinati, cioè il carbonio, l'idrogene e l'ossigene, o soli o combinati con un quarto principio l'azoto; queste combinazioni hanno poca stabilità, ed esposte anche per breve tempo all'aria calda ed umida distruggonsi putrefacendosi. Infine i corpi viventi differiscono dai corpi bruti per una costituzione molecolare tutta loro propria; giacchè, come ce ne fa esperti la chimica, ogni atomo di materia organica risulta dall'unione di un numero grandissimo di atomi di elementi diversi, mentre ogni atomo di un corpo composto, spettante al regno minerale, componesi da un numero scarsissimo di atomi elementari (1).

Le materie organizzate formano la base essenziale di tutte le parti vive degli animali e delle piante, e potrebbe quasi dirsi che ne costituiscono l'orditura; le materie organiche e le minerali non hanno che una parte secondaria nell'economia di questi esseri. Per conseguenza ogni corpo vivente, è chimicamente caratterizzato dalla presenza delle particolari combinazioni del carbonio, dell'idrogene, dell'ossigene, e talora anche dell'azoto unito ai tre elementi sunnominati; combinazioni che non esistono nel regno minerale.

(1) Un atomo di *acido carbonico* è formato di 1 atomo di carbonio, e 2 atomi di ossigene, mentre un atomo di *stearina,* specie di adipe, pare contenga 140 atomi di carbonio, 134 d'idrogene, e 5 d'ossigene.

§ 10. Per tal modo i corpi viventi differiscono dagli organizzati e per la chimica loro composizione, e per l'intima struttura, e per la conformazione generale, e pel modo di origine, e pel modo di esistenza, e pel modo col quale distruggonsi. Ma per caratterizzarli non fa d'uopo enumerare tutte queste diversità, le quali riepilogansi definendo i corpi viventi come *esseri che si nutrono, e si riproducono.* In fatti la nutrizione e la riproduzione sono i fenomeni mediante i quali la vita si manifesta nel modo più generale.

La *vita* di cui godono questi esseri è dunque il carattere essenziale degli animali e dei vegetali considerati collettivamente; e la vita ridotta all'ultima espressione sta nella facoltà di nutrirsi. Si vedrà in seguito come però si manifesti così semplice solo in pochissimi casi, ed il più spesso dia origine ad altri moltissimi fenomeni.

§ 11. La scienza non possiede verun dato sul *principio della vita*, ma nel modo stesso col quale nella fisica si è personificata, diremmo, la causa del calore col nome di calorico, quantunque ce ne resti ignota la natura, così in fisiologia, per esprimere più facilmente i fatti, si ammette l'esistenza di una forza speciale, causa dei fenomeni particolari agli esseri viventi, i quali rimarrebbero inesplicati colle leggi ordinarie della chimica e della fisica. Si ignorano le leggi direttrici di questa forza, detta *forza vitale*, sapendosi solo che essa si svolge unicamente nei corpi organizzati, i quali, onde manifestarla, devono trovarsi in determinate circostanze.

La presenza di una data misura d'acqua nel corpo degli esseri organizzati, è fra le precipue condizioni richieste a che producansi i fenomeni vitali. Esistono alcune specie di piante e di animali in cui la vita sospendesi interamente quando si essiccano, ma quell'apparenza di morte svanisce tosto che sieno ripristinate le debite condizioni di umidità; nel maggior numero dei casi però sottratta l'umidità ne consegue immediatamente la morte vera. All'esistenza degli esseri viventi sono anche indispensabili ed il concorso di una data temperatura e l'influenza dell'aria.

§ 12. **Degli organi.** — La forza vitale si manifesta solo per mezzo d'organi, o strumenti più o meno numerosi, l'assieme dei quali costituisce il corpo dell'essere vivente. Ogni fenomeno sviluppato in un animale, o in una pianta, consegue dall'azione di una parte determinata del suo corpo, ed esiste sempre un rapporto necessario tra la conformazione dello

stromento e la natura degli atti ai quali è destinato. Così l'uomo non può muoversi se non giovandosi di certi *organi* o strumenti detti muscoli, e non può conoscere le cose che lo circondano che per opera degli *organi* dei sensi; la struttura di ogni organo varia al variare degli ufizj ai quali è destinato.

§ 13. **Rapporti secondo i quali si studiano gli esseri viventi.** — Dicesi ANATOMIA quella parte di storia naturale che osserva la conformazione degli organi di un animale o di una pianta, e FISIOLOGIA lo studio delle funzioni di questi esseri; l'*Anatomia* è dunque la *scienza della struttura de' corpi organizzati*, la *Fisiologia* è la *scienza della vita;* e l'una scienza legasi all'altra per modo che la fisiologia non può far senza dell'anatomia, e l'anatomia separata dalla fisiologia rimarrebbe spoglia di valore. Per comprendere il meccanismo dei fenomeni vitali è d'uopo conoscere la disposizione materiale degli organi che ne sono strumenti, ma la sola conoscenza della struttura degli organi rimarrebbe infeconda se non si tentasse saperne l'ufizio.

L'anatomia e la fisiologia sono il fondamento della storia naturale degli esseri organizzati, ma non bastano a far conoscere gli animali e le piante che bisogna anche studiare sotto altri rapporti. Per distinguere l'uno dall'altro questi corpi, il numero dei quali è immenso, voglionsi osservare le circostanze particolari che essi presentano, od i caratteri pei quali si può controdistinguerne uno in mezzo a tutti. Per soccorrere alla memoria, bisogna *classificarli* di tal maniera da rendere facili queste distinzioni, e schierarli in tal ordine da attribuire un senso al posto assegnato a ciascuno di loro nella distribuzione, bisogna, cioè, aggrupparli a seconda i diversi gradi di relazione o di differenza forniti dall'intima loro natura; col sussidio di simili classazioni trovansi riassunte in poche parole tutte le circostanze più importanti della storia degli esseri viventi. Importa altresì di conoscere ed il modo diverso col quale le piante e gli animali trovansi scompartiti alla superficie del globo, e le leggi le quali presiedono alla loro distribuzione. — In fine la Storia Naturale, non solo si occupa degli esseri che vivono attualmente, ma rintraccia pure quelli che il tempo ha distrutti, e prendendo ad esame gli avanzi fossili che quegli antichi abitatori abbandonarono in seno alla terra, ricostruisce le creazioni antecedenti all'esistenza dell'uomo.

CARATTERI GENERALI DEGLI ANIMALI.

§ 14. **Differenze esistenti tra gli animali e le piante.** — Raffrontando gli esseri organici ai corpi bruti si è visto per quali principali caratteri il regno animale si distingue dal regno minerale; ma essendo essi inerenti ad ogni cosa vivente riescono comuni al regno animale ed al regno vegetale. Entrando a discorrere più specialmente degli animali sarà ora necessario indicare per quali speciali circostanze possono distinguersi dalle piante.

Non è così facile, come la parrebbe a tutta prima, il tracciare i confini che separano il regno animale dal regno vegetale, esistendo degli esseri così semplicemente costrutti che per essi pare si stabilisca un trapasso tra questi due gruppi, e rendono dubbioso il naturalista che s'adopera a classificarli; però nel massimo numero dei casi è molto facile il distinguere un animale da una pianta, e le accennate incertezze conseguono piuttosto dall'imperfezione delle nostre cognizioni a loro riguardo che dalla natura delle cose; ond'è che non ci conviene trattenerci in questo soggetto, e per norma generale può dirsi che gli animali differiscono dalle piante per caratteri d'alta importanza conseguenti e dalla natura dei fenomeni mediante i quali manifestano la vita, e dalla loro struttura, e dalla composizione chimica delle principali materie le quali entrano a comporre il corpo degli uni e dell'altre.

§ 15. Le funzioni eseguite dai vegetali intendono unicamente a nutrire l'individuo ed a riprodurne dei nuovi; negli animali la vita si appalesa con fenomeni più complessi e per l'influenza di un motore interno. Alla facoltà di nutrirsi e di riprodursi si aggiunge in essi l'attitudine di eseguire dati movimenti tendenti ad uno scopo determinato, cioè la facoltà di sentire o ricevere impressioni dal mondo esterno, e la coscienza di queste impressioni. Perciò gli animali si nominarono *esseri animati*, per contraposto ai vegetali che vengono detti *esseri inanimati*.

I VEGETALI dunque sono *corpi che si nutrono e ponno riprodursi, ma che non sentono e non si muovono volontariamente;* gli ANIMALI *corpi che si nutrono, si riproducono, sentono e si muovono.*

Vi hanno pure differenze ragguardevoli in quanto al modo

con cui gli animali e le piante eseguiscono le stesse funzioni; così i processi pei quali ha luogo la nutrizione non sono i medesimi in ambe le grandi divisioni de' corpi viventi; ma per intendere in che differiscano è duopo conoscere quelle funzioni, e sarebbe prematuro il discorrerne attualmente.

§ 16. L'accennata diversità nelle funzioni trae seco diversità non meno notevoli nella struttura degli organi, o stromenti, i quali insieme riuniti costituiscono il corpo di un animale o di una pianta. Gli animali, essendo forniti di facoltà più numerose dei vegetali, devono necessariamente possedere maggiore varietà di organi, e quindi presentare una struttura molto più complessa. Inoltre differiscono dai vegetali non solo per questi rapporti anatomici, bensì anche per quanto spetta l'intima struttura dei tessuti costituenti dei loro organi. Le parti che formano i tessuti di un vegetale, e che potrebbero dirsi i suoi materiali organici, foggiansi essenzialmente a modo di *cellule* od *otricelli*, dotati di pareti proprie, e vuoti nell'interno. I tessuti degli animali constano in vece, per la massima parte, di filamenti, o di lamelle che s'incrociano in maniera da circoscrivere delle lacune imperfette, e riunendosi formano delle masse o delle membrane più o meno spongiose, le quali però non mai si dividono, per ultimo risultato, in una congerie di otricelli indipendenti gli uni dagli altri come notasi nei vegetali; è vero che spesso i tessuti animali mentre vanno formandosi compongonsi di otricelli; ma in generale quella struttura, che ne' vegetali è permanente, negli animali è soltanto transitoria o non persiste che in pochissimi organi, quali, ad esempio, le glandole e le membrane epidermiche.

§ 17. In fine ai caratteri dedotti dalle funzioni e dalla struttura voglionsi pure aggiunti quelli forniti dalla diversa natura chimica degli animali e delle piante. Le materie organiche che formano la base dei tessuti viventi delle piante, compongonsi solo di carbonio, d'idrogene e di ossigene; nei tessuti animali a queste tre sostanze si aggiunge l'azoto. È bensì vero che qualche rara volta le piante danno materie azotate, e gli animali hanno in sè dei prodotti sforniti di quella sostanza; ciò nullameno le materie organizzate, essenziali alla costituzione delle parti vive, hanno costantemente in ambo i regni la costituzione chimica testè accennata.

TESSUTI ORGANICI DEGLI ANIMALI E LORO ORGANI.

§ 18. Si è detto che diverse sostanze elementari, e principalmente l'azoto, il carbonio, l'idrogene e l'ossigene, combinate fra loro, danno origine alle materie componenti i corpi animali; si accennò pure come alcune delle materie in tal modo costituite, cioè le materie organizzate, formino la base essenziale di tutte le parti solide animate dal moto vitale. Queste materie organizzate sono meno varie di quello lo si potrebbe supporre, perchè l'orditura delle varie parti di tutti gli animali pare compongasi principalmente di una sostanza detta *albumina*, e di *fibrina*, che probabilmente non è che albumina leggermente modificata. Trovasi inoltre in tutte le parti solide del corpo animale una dose notevole d'acqua, la quale, interponendosi tra le molecole, giova a renderle flessibile e molli, ed a mantenerle nelle condizioni fisiche necessarie all'adempimento degli ofizj ai quali sono destinate. Ma il modo col quale s'intessono i solidi così costituiti varia di molto; e si dicono *tessuti organici*, per ciò stesso che riunendosi compongono gli organi, e ne sono i materiali.

§ 19. I principali tessuti organici degli animali sono quattro: il *tessuto muscolare,* il *tessuto nervoso*, il *cellulare* e l'*otricellare.*

Il *tessuto muscolare*, detto volgarmente la *carne*, è l'agente produttore di tutti i moti, e consta sempre di fibre atte a raccorciarsi. Le quali fibre talvolta sono, per così dire, sparpigliate nella sostanza degli organi, altre volte raccolgonsi in fasci, e formano i *muscoli;* ma quale pure sia la loro disposizione distinguonsi sempre per quell'attitudine di contrarsi che è loro propria; e nell'uomo ed in quasi tutti gli animali trovansi ovunque debbano aver luogo dei movimenti.

Il *tessuto nervoso*, di sostanza molle ed il più spesso bianchiccia, costituisce il cervello ed i nervi, ed è la sede della facoltà del sentire. Avremo occasione di studiarne le proprietà e gli ufizj parlando delle funzioni di relazione.

Il *tessuto* detto *connettivo* ed anche *cellulare*, perchè formato da areole o cellule, e contesto a modo di spugna, è il più sparso fra tutti i materiali componenti gli organi. Pare che costituisca quasi l'intera massa del corpo di qualcuno

tra gli animali più semplici; e nell'uomo e negli altri, la struttura dei quali è molto complessa, distendesi tra organo ed organo con strati più o meno grossi, riempie gli interstizj che quelli lasciano tra loro, anzi penetra nello spessore della loro sostanza connettendone le diverse parti, ed alla superficie giova a tener riuniti i varj apparati costituenti l'economia. Il cellulare, che in certo modo potrebbe dirsi il cemento di tutti gli organi, si modifica in varie guise dando origine alle membrane, ed a moltissimi altri tessuti; infine la grascia si depone sempre dentro le sue cellule. Questo tessuto è formato di una sostanza bianchiccia, semitrasparente, molto elastica, composta di fili e lamelle più o meno consistenti, riunite così irregolarmente da lasciare tra loro delle lacune o cellulette di varie grandezze. Le quali cellule per l'imperfezione delle pareti, essendo separate le une dalle altre solo per una maniera di feltro spongioso, comunicano tutte fra loro e lasciano libero il tragitto ai fluidi che tendono ad attraversarle, e trovansi continuamente inzuppate di *siero*, o sia di un liquido acqueo contenente delle particelle albuminose.

Il *tessuto otricellare*, componesi di cellule con pareti proprie, le quali somigliano a vescichette aderenti le une alle alle altre sia direttamente sia per l'opera di una materia organica amorfa; talora queste vescicole sono rotonde e piene di una sostanza particolare, quale, per esempio, la grassa; altre volte si deprimono e disseccano in maniera da rassomigliare a scagliette, come può notarsi alla superficie della pelle.

Gli altri tessuti organici, che formano, cogli anzidetti, le diverse parti del corpo degli animali, sono le membrane distinte dagli anatomici coi nomi di *membrane sierose, mucose*, ecc., o le molte varietà di tessuti detti *fibrosi, cartilaginei, ossei*, ecc. Vi è ragione di credere che esse tutte sieno semplici modificazioni del tessuto otricellare o del connettivo, il quale ora disteso in larghe falde e levigate forma le membrane sierose, ora nei tessuti ossei si carica di certi prodotti organici, ed indurisce ricettando nelle cellule della sua orditura delle materie minerali. Nel séguito del corso si avrà occasione di studiare i particolari di questi tessuti.

§ 20. I tessuti variamente combinati e foggiati in modi speciali costituiscono gli organi o stromenti diversi per mezzo dei quali gli animali esercitano la loro facoltà.

Si nomina *apparato* il complesso di molti organi concorrenti a produrre un fenomeno, e *funzioni* tanto i risultati d'un unico organo, quanto quelli di un intero apparato. Così dicesi *apparato di locomozione* la somma di tutti gli stromenti per l'opera dei quali un animale si trasporta da uno in altro luogo, e *funzione di locomozione*, l'azione di tutti quegli strumenti

Già si disse che il modo di agire di un organo, o di un apparato, dipende dalla sua struttura; e la struttura dei diversi animali è tanto varia quante sono varie le facoltà ed i modi di vita delle diverse specie. Gli organi costituenti il corpo delle specie che hanno più limitate facoltà, variano di poco; sono invece numerosi e svariati quegli degli animali ricchi per molta varietà di funzioni, e che si potrebbero dire dotati di vita più perfetta.

CLASSAZIONE DELLE FUNZIONI DEGLI ANIMALI.

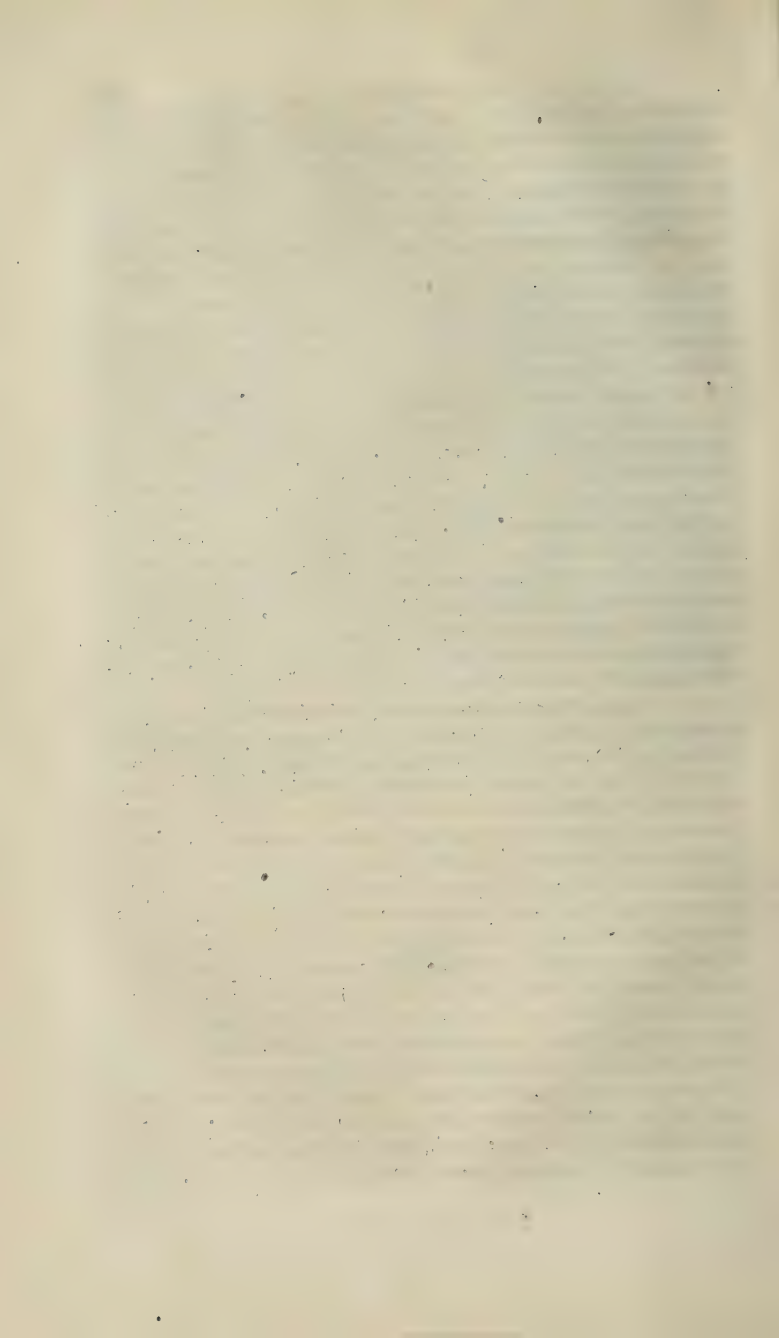
§ 21. Le funzioni degli animali intendono a due fini, la conservazione dell'individuo e la perpetuazione della schiatta; ma tra le prime è necessario distinguere quelle che servono a tutelare l'esistenza e favorire lo sviluppo del corpo, dalle altre per le quali l'individuo può mettersi in relazione cogli oggetti circostanti.

Le funzioni e gli atti di questi esseri ponno dunque ripartirsi nelle tre grandi categorie di *funzioni di nutrizione*, *funzioni di relazione* e *funzioni di riproduzione*. Si accennò come le funzioni di nutrizione e di riproduzione sieno comuni agli animali ed alle piante; per la quale comunanza i fisiologi le riuniscono col nome di *funzioni della vita vegetante*, riserbando il titolo di *funzioni della vita animale* alle funzioni di relazione che sono particolari agli animali.

Ciascuna di queste grandi divisioni fisiologiche suddividesi la sua volta in molte serie di fenomeni, tendenti, è vero ad un unico scopo finale, ma non per tanto più o meno distinti fra loro; ed in generale ognuno di que' fenomeni risulta dalla azione simultanea di molti agenti. Così la nutrizione si compie, negli animali, pel concorso di molte funzioni quali la digestione, la circolazione, la respirazione, ecc., e la digestione consegue da una sequela più o meno numerosa di atti distinti, come sarebbero la masticazione, la digestione, la trasformazione degli alimenti in chimo, la

produzione del chilo od estrazione dal chimo delle parti essenzialmente nutrienti, l'assorbimento del chilo, e l'espulsione dei residui alimentari resi superflui all'economia; in fine e la masticazione e la deglutizione e tutti gli atti testè enumerati, conseguono da fenomeni particolari e distinti; tali il movimento muscolare, dal quale dipende l'alterno avvicinarsi ed allontanarsi delle mascelle, la produzione dei succhi atti a modificare la natura degli alimenti, ecc.

§ 22. Nulla d'altronde è più svariato del modo col quale gli animali eseguiscono le diverse loro funzioni; e siccome la struttura dei loro organi è sempre in esatta concordanza coll'uso al quale natura gli ha destinati, ne consegue che l'organizzazione di questi esseri riesce meravigliosamente varia. Alcuni dotati di poche e semplici facoltà sono costrutti semplicissimamente; altri avendo una struttura complicatissima presentano i più svariati fenomeni vitali. Progredendo nello studio delle funzioni degli animali verremo mano mano notando queste differenze, e ad ogni tratto incontreremo nuove prove del mirabile accordo esistente tra la struttura di un essere e la sua maniera di esistere; ma non ci estenderemo in simili considerazioni se non dopo aver studiate tutte le funzioni, perchè solo in allora sarà possibile ai giovani nostri lettori il comprenderne il valore.

Ora cominceremo lo studio delle principali funzioni degli animali col premettere quelle per le quali gli individui mantengonsi in vita, cioè le funzioni di nutrizione.

STORIA

DELLE PRINCIPALI FUNZIONI ANIMALI

I.° FUNZIONI DI NUTRIZIONE.

§ 23. Come si ebbe luogo ad avvertirlo la nutrizione degli esseri viventi consta della introduzione di date materie estranee nella profondità dei tessuti dei quali componesi il loro corpo, dell'assimilazione e della fissazione ed organizzamento delle molecole colà introdotte.

In questo modo ogni animale vivente è la sede di una lenta combustione che distrugge del continuo una certa quantità di materie organiche, ed i residui prodotti della quale, essendo inutili od anco nocivi, sono poi espulsi dall'organismo. È evidente che la prima condizione onde abbia luogo questo interno fenomeno di composizione e scomposizione molecolare, sta nell'attitudine che i corpi devono avere di *assorbire* le materie estranee, cioè di lasciarsene penetrare, di attingerle al di fuori, e di ammetterle sino nell'ultima profondità degli organi. In fatti l'*assorbimento* è funzione comune a tutti gli esseri viventi.

§ 24. Alle piante basta questa facoltà per introdurre tutte le materie delle quali devono nutrirsi, e quindi esse attingono direttamente dai luoghi circostanti quanto deve penetrare nella sostanza dei organi loro ; ma gli animali si comportano diversamente. È ben vero che, con modo analogo a quello delle piante, introducono nel corpo loro una parte de' nuovi materiali, i quali poi devono assimilare ai tessuti dei loro organi; ma siccome que' materiali non si trovano intorno ad essi tutti opportunamente preparati, così prima di assorbirli devono sottoporne la maggior parte ad una speciale elaborazione. Questa operazione preliminare, questa preparazione indispensabile alle sostanze alimentari onde possano essere introdotte nell'economia animale per via dell'assorbimento, costituisce il fenomeno della *digestione*, che può aversi come uno dei precipui caratteri per i quali gli animali distinguonsi dalle piante.

§ 25. Dunque per mezzo dell'assorbimento le materie attinte direttamente dall'esterno, o preparate dal processo della digestione, sono introdotte nella profondità dell'economia animale, dove poi si mischiano agli umori del corpo coi quali diffondonsi ovunque è necessaria la loro presenza. Questo loro trasporto talora è lento, ed ha luogo mediante un fenomeno interno analogo allo stesso fenomeno di assorbimento che gli introdusse dal di fuori; ma nel maggior numero degli animali la distribuzione rapida e regolare delle materie alimentari per ogni punto dell'economia viene giovata dall'esistenza di correnti che incessantemente scorrono pel corpo, e servono nel tempo stesso a esportare le molecole eliminate dalla sostanza degli organi dal lavoro di nutrizione. La circolazione del fluido alimentare, conseguente da un apparato più o meno complesso, costituisce una terza grande funzione di nutrizione, ossia la *circolazione del sangue.*

§ 26. Le sostanze nutritive, le quali penetrarono in questo modo per tutte le parti dell'economia animale, non basterebbero però a mantenere in esse la vita; è vero che sono materiali combustibili i quali ponno fornire alimento alla lenta combustione che perennemente ha luogo nell'organismo, ma perchè realmente avvenga siffatta combustione è necessaria la presenza dell'ossigene. Ora quel principio comburente esiste abbondantissimo nell'atmosfera, e gli animali lo attingono continuamente da essa mediante i rapporti che

si stabiliscono tra l'aria ed i fluidi nutrienti. Nello stesso modo si esonerano anche di parte delle materie combuste dall'organismo; la quale serie di fenomeni costituisce un lavoro fisiologico particolare detto il *lavoro della respirazione*.

§ 27. Ed i prodotti della combustione respiratoria, e le sostanze eliminate dai tessuti in conseguenza del rinnovarsi delle molecole, il quale rinnovamento è inerente al modo col quale crescono gli esseri viventi, ambedue queste qualità di materie essendosi fatte estranee all'economia non devono restare in essa; onde possano uscirne è evidente che tanto negli animali come nelle piante deve aver luogo un fenomeno inverso a quello dell'assorbimento. Esiste infatti il fenomeno dell'*escrezione*, ma esso non si compie sempre in modo identico; ora si residua al semplice e quasi meccanico trasudamento della parte più fluida degli umori; altre volte la separazione de' liquidi particolari, ed essenzialmente diversi dal liquido alimentare, avviene mediante veri processi chimici. Il primo di questi fenomeni dicesi *esalazione*, gli altri nominansi *secrezione;* per mezzo di queste secrezioni e s'elaborano nell'economia i varj succhi necessari alle diverse funzioni, ed essa contemporaneamente si spoglia di quanto, rimanendogli inutile, gli tornerebbe nocivo.

§ 28. In ultimo la creazione della materia viva, destinata ad accrescere la massa dei tessuti od a surrogare in essi le parti distrutte, è un lavoro fisiologico il quale non deve venir confuso con nessuno dei fenomeni precedenti. Mediante quell'atto l'organismo fissa dentro sè le materie estranee, le organizza, e sviluppa da esse delle proprietà vitali. Distinguesi col nome di *assimilazione*.

Così le funzioni di nutrizione constano essenzialmente dell'assorbimento, della digestione, della circolazione, della respirazione, dell'esalazione, delle secrezioni e dell'assimilazione. Ora imprenderemo a studiare l'uno dopo l'altro questi grandi atti della vita vegetante.

DELL'ASSORBIMENTO.

§ 29. L'ASSORBIMENTO è quell'atto mediante il quale gli esseri viventi succhiano e fanno penetrare nella massa degli umori le sostanze circostanti o che vennero introdotte nei loro corpi.

Pochi esperimenti bastano a rendere evidente l'esistenza di questa facoltà. Se venga tuffata una rana nell'acqua, in modo che il liquido non gli possa entrare in bocca, cionnullameno, scorso un certo lasso di tempo, la si troverà aumentata di peso, ed a circostanze favorevoli cresciuta anche di oltre un terzo del peso ordinario; ciò evidentemente non può dipendere se non dall'acqua *assorbita* dall'esterna superficie del corpo.

Se s'introduca nello stomaco di un cane una certa misura di liquido, e si chiudano con un laccio le due aperture per le quali la cavità di quell'organo comunica colle altre parti del corpo, in onta a ciò il liquido sparirà in breve tempo per ciò che avviene *assorbito* delle pareti dello stomaco, da dove passa poi a mescolarsi col sangue.

Eppure alla superficie della pelle e dello stomaco non esistono pori (1) nè meati, a traverso i quali il fluido possa essere condotto direttamente ai vasi sanguigni, e che dieno passo ai liquidi assorbiti; ed il fenomeno ha luogo solo perchè i tessuti costituenti questi organi e tutte le parti del corpo sono spongiosi e più o meno *permeábili.*

Infatti tanto nell'animale vivo come nel corpo incadaverito, questi tessuti s'inzuppano dei fluidi che li bagnano, e ne sono sempre attraversati più o meno facilmente.

§ 30. **Meccanismo dell'assorbimento.** — Basta il sapere che le parti solide dei corpi organizzati sono permeabili per comprendere come possano assorbire. Ma se questa circostanza permette ai liquidi di farsi strada per tutto, essa non sarebbe però sufficiente ad attirarli ove sono necessari, ed onde vi concorrano, è d'uopo l'intervento di una forza qualunque che ve li spinga.

L'imbibizione viene in molta parte provocata dall'attrazione capillare (2), la quale non è però l'unica forza che

(1) I pori che notansi alla superficie della pelle non l'attraversano ma terminano dentro delle piccole cavità esistenti nel di lei spessore, le quali sono destinate e segregare diversi umori od a formare i peli; parlando del tatto avremo a ridire più distesamente della struttura di questa membrana.

(2) In fisica si dice *attrazione capillare* quell'attrazione che ha luogo tra i liquidi e le pareti di un tubo strettissimo, o la superficie di un corpo qualunque, in parte immersi, e per la quale una certa quantità del liquido così influenzato diventa più alta o più bassa del livello primitivo. Questa forza, è più che altrove evidente entro i tubi di stretto diametro, nei quali determina l'ascensione del liquido tutte le volte che può bagnarne

la determini; e per intendere chiaro con qual meccanismo i liquidi penetrano nella sostanza dei tessuti organici, bisogna conoscere uno strano fenomeno scoperto già da qualche anni dal signor Dutrochet, e da lui designato col nome di *endosmosi*.

Quell'insigne fisiologo trovò come racchiudendo dell'acqua, con entro scioltavi della gomma, in un sacchetto membranoso (fig. 1) in cima al quale sia attaccatto un tubo, ed immergendo poi quel sacco nell'acqua pura, il liquido interno sale a notevole altezza. Qui dunque accadde un vero assorbimento, e la forza che lo produce, ha spesso tale energia da far equilibrio ad una colonna d'acqua alta parecchi centimetri. Mettendo invece l'acqua gommata, od inzuccherata, al di fuori del sacco membranoso riempito di acqua pura, il trapasso ha luogo in senso inverso, ed il sacco anzi che riempirsi si vuota.

Fig. 1.

È facile rendersi ragione di questo fenomeno, il quale ha moltissima analogia coll'assorbimento notato negli esseri viventi. Vedemmo che le membrane organiche si lasciano attraversare dai liquidi allo stesso modo di tutti i corpi spongiosi e porosi; ma questo trasporto si effettua con maggiore o minore facilità secondo che i liquidi sono più o meno fluidi, e bagnano più o meno facilmente le pareti di quelle maniere di filtri. Se i due liquidi posti l'uno fuori l'altro dentro il sacco membranoso potessero passarvi a traverso con pari rapidità essi manterebbonsi ad un livello e dentro e fuori quel serbatojo; ma se il liquido posto al di fuori del sacco attraversa le pareti del sacco molto più facilmente di quello che vi è racchiuso, la corrente stabilita dell'esterno all'interno sarà più rapida di quella defluente in senso contrario, e quindi il liquido andrà accumulandosi nella cavità dell'ap-

le pareti, e quindi presenta in essi una superficie concava. L'olio sale pel lucignolo di una lampada in forza dell'attrazione capillare, ed è per la stessa legge che immergendo nell'acqua la parte inferiore di un pezzo di zucchero, questa monta rapidamente, e vi si spande per ogni parte.

parato. Infatti nella endosmosi, l'acqua pura che bagna il sacco contenente l'acqua gommata, filtra senza ostacolo a traverso le sue pareti, ma giunta nell'interno ed unitasi alla gomma dà origine ad un nuovo liquido tanto meno atto a ripassare per quel tessuto quanto più denso per maggiore dose di sostanza gommosa; quindi deve accumularvisi, ed alzarsi nel tubo verticale posto in comunicazione col serbatojo membranoso.

§ 31. I corpi organizzati che assorbono fuori di sè i liquidi ambienti trovansi in condizioni pari a quelle del sacco membranoso testè descritto, quindi è a presumere che, in ogni caso, gli stessi effetti conseguono da cause analoghe, e che la forza principale, la quale determina il trapasso delle sostanze assorbite a traverso le membrane viventi, sia la stessa che dà origine al fenomeno dell'endosmosi.

§ 32. **Organi dell'assorbimento.** — In qualche specie di animali delle classi inferiori, costrutti molto semplicemente e poveri di facoltà, l'assorbimento si limita al modo di imbibizione testè descritto; cioè le sostanze estranee, attraversando lo spessore delle parti solide colle quali trovansi in contatto, vanno a confondersi coi liquidi che riempiono le areole disseminate negli organi, e di là poi espandonsi nel profondo dei tessuti. L'assorbimento veramente detto, od il trasporto delle sostanze estranee dal di fuori all'interno dell'economia, ha sempre luogo per un eguale meccanismo, tanto negli animali dotati di regolare circolazione, come negli esseri meno perfetti; ma le cose vanno diversamente, dappoichè quelle sostanze, attraversati i tessuti ed entrate nei vasi decorrenti pel corpo degli animali meglio costituiti, si mischiano dentro essi ai sughi alimentari. Allora, anzichè espandersi grado per grado nei diversi punti per sola forza di imbibizione, vengono trascinate da correnti più o meno rapide, e distribuite direttamente ovunque penetra il sangue stesso. È chiaro come l'assorbimento di queste materie ed il loro trasporto nell'interno dell'economia non formano più un unico atto, ma appartengono a due serie di fenomeni affatto distinti; gli uni meramente locali, cioè l'imbibizione dei tessuti ed il mescolarsi delle sostanze assorbite cogli umori già esistenti nei vasi; gli altri, ossia il trasporto di queste stesse sostanze in parti lontane da quelle ove prima penetrarono nel corpo, dipendenti da una circolazione generale.

§ 33. In tutti gli animali l'agente principale, pel cui mezzo ha luogo questo trasporto, è il sangue; il quale traversa gli organi dotati della facoltà di assorbire, e dalle vene è ricondotto al cuore per essere di nuovo rinviato nella profondità dei tessuti. Quindi le vene influiscono potentemente nella funzione dell'assorbimento in tutte le specie che sono fornite di un sistema di circolazione; e per esse, nel massimo numero dei casi, vengono trasportati per tutto il corpo i liquidi dei quali si era imbevuto un dato punto dell'organismo.

§ 34. L'assorbimento effettuasi in molti animali coll'unico mezzo dei vasi sanguigni; l'uomo però e le specie più riccamente costrutte, possedono un altro sistema di condotti inservienti allo stesso scopo, ma che pajono specialmente destinati ad assorbire certe determinate sostanze; e nominasi l'apparato dei *vasi linfatici.*

I vasi linfatici sono piccoli canaletti i quali prendono origine da radichette finissime, disseminate nella profondità di molti organi, e che dopo essersi riuniti in tronchi più o meno grossi sboccano in fine nelle vene. Le loro pareti sono trasparenti e molto delicate; il più spesso comunicano fra loro per anastomosi (1), e riunendosi successivamente formano dei grossi rami che mano mano, inseriti l'uno nell'altro, danno origine a tronchi di notevole diametro. Se ne trovano quasi per tutto il corpo dell'uomo e degli altri mammiferi, tanto sotto pelle che nella profondità degli organi, e quasi tutti mettono capo nel maggior tronco detto *canale toracico.* Questo salendo per le interne parti dell'addome e del torace, anteriormente alla colonna vertebrale, sbocca nelle *sottoclavia sinistra*, grossa vena posta vicino al cuore, a sinistra della base del collo. Altri tronchi minori si gettano isolatamente o nella vena della parte opposta del cuore od in vasi sanguigni meno lontani dalla loro origine; nel loro decorso i vasi linfatici attraversano alcuni corpicciuoli irregolarmente tondeggianti posti alle ascelle, all'inguine, al collo o dentro il petto e l'addome (vedi fig. 26); la struttura e l'ufizio di questi corpi, detti *gangli linfatici*, sono poco noti. Esistono in fine nell'interno dei vasi linfatici moltissime pieghe trasverse, le quali agendo

(1) Dicesi *anastomosi* l'imboccarsi che fanno due vasi l'uno nell'altro mettendosi così in diretta comunicazione.

come valvole, impediscono che il liquido possa trascorrere all'indietro.

L'apparato dei vasi linfatici non è speciale ai mammiferi ma trovasi anche negli uccelli, nei rettili e nei pesci; anzi in alcuni rettili, come, per esempio, nella rana, presentasi molto più complesso che negli animali superiori, giacchè quei vasi comunicano con un certo numero di serbatoi contrattili, irregolarmente pulsanti, i quali ponno quasi ritenersi come cuori linfatici.

§ 35. Dicesi *linfa* il liquido contenuto in questi condotti. Quando non sia mescolata ai prodotti della digestione è gialliccia e trasparente; col microscopio la si vede contenere dei globoli scolorati che paiono sferici, e sono più piccoli dei globuli rossi, i quali avremo presto ad indicare parlando del sangue; abbandonata a sè stessa la linfa si coagula presso a poco come quest'ultimo liquido, ma meno tenacemente; sottoposta in fine all'analisi chimica risulta composta d'acqua, d'albumina, di fibrina e di sali diversi.

Poco si sa intorno al movimento della linfa dentro quei suoi condotti, e studiando la digestione si vedrà come essa risalga, talvolta con molta forza, nel canale toracico, da dove va sempre a mescolarsi col sangue nelle grosse vene poste vicine al cuore.

§ 36. È facile il dimostrare come certi organi assorbano per mezzo dei vasi linfatici. Aprendo un animale allorchè la sua digestione è molto attiva, vi si notano rigurgitanti di un liquido latteo proveniente dalle materie alimentari, tutti i vasi linfatici provenienti dagli intestini; i quali vasi invece sono pressochè vuoti e scolorati se l'animale trovavasi a digiuno.

Le esperienze intraprese in individui vivi provano che le vene assorbono esse pure direttamente, ed anzi che le materie assorbite penetrano quasi tutte nell'organismo per mezzo di esse. Dunque i vasi linfatici servono principalmente ad introdurre i principj alimentari elaborati dalla digestione, e probabilmente anche ad assorbire, nel profondo di tutte le parti dell'economia, i residui del processo nutritivo.

§ 37. **Circostanze influenti nell'assorbimento.** — Dopo quanto s'ebbe a dire intorno al meccanismo dell'assorbimento, è facile comprendere quali circostanze possano influire su di esso.

La permeabilità dei tessuti, frapposti tra la sostanza che deve essere assorbita ed i liquidi destinati a porla in circolazione, essendo la condizione principale a che s'effettui l'assorbimento, è evidente che *a cose pari, questo fenomeno sarà tanto più rapido quanto i tessuti saranno più molli e spongiosi.*

Dai fatti su esposti conseguirà pure l'altro principio, che cioè, *sempre a cose pari, la rapidità dell'assorbimento sarà in ragione diretta della maggiore o minore vascolarità del tessuto nel quale avrà luogo.*

La struttura spongiosa degli organi solidi concorre quindi la prima, fra tutte le loro condizioni fisiche, a favorirvi l'imbibizione, e le vene essendo la principale via per la quale le sostanze assorbite spargonsi sino agli ultimi confini dell' organismo, non è d' uopo citar prove a mostrare quanta sarà l'influenza del loro numero e della loro capacità.

Il più spesso bastano queste due leggi per dar ragione della rapidità diversissima colla quale assorbono le varie parti del corpo; e la semplice ispezione della diversa loro struttura anatomica potrebbe darci anticipatamente la misura di queste differenze.

Vedremo in seguito, studiandone la struttura e gli ufizii, come fra tutti gli organi i polmoni sieno i più spugnosi, giacchè il tessuto cellulare vi è più sviluppato che in tutti gli altri; quindi in essi l'assorbimento deve essere più rapido che in tutti gli altri visceri, come in fatto risulta dagli esperimenti intrapresi.

La sostanza molle e bianchiccia interposta a tutti gli organi, e che vien detta tessuto *cellulare,* è pur essa molto permeabile ai liquidi, ma meno ricca dei polmoni in vasi sanguigni; quantunque assorba con molta rapidità, pure è ben lontana dal pareggiarne l' attività assorbente.

La pelle offre all' incontro un tessuto compatto, ed esteriormente la si direbbe coperta da una vernice poco permeabile, cioè dell'epiderma; inoltre i vasi sanguigni vi sono rari e piccoli; come lo si può aspettare da questa sua struttura anatomica, essa assorbe con molta difficoltà. La poca permeabilità dell'epiderma spiega come si possa maneggiare senza danno un gran numero di veleni, anche i più violenti, quando i tessuti delle mani trovinsi intatti, perchè allora assorbe pochissimo; mentre dal contatto di quelle stesse

sostanze in un punto dove la pelle sia tagliata o lacerata od abrasa conseguono fatali conseguenze.

Lo stato di *plétora* (1) maggiore o minore nel quale trovasi un animale contribuisce pur esso a favorirvi la rapidità dell'assorbimento od a scemarla.

La misura dei liquidi che ponno contenersi nel corpo d'un animale vivente, è prefissa, come è prefisso il grado di essiccamento compatibile colla sua esistenza; quindi *quanto più un corpo si avvicina al punto di saturazione, i liquidi incontrano maggiori ostacoli a penetrarvi.*

Ond'è che se a due cani, all'uno de'quali sia stata diminuita la massa degli umori per copioso salasso, accresciuta nell'altro injettandogli per le vene una data misura d'acqua, si amministrino due dosi eguali di un veleno agente per assorbimento, nel primo l'avvelenamento si manifesterà molto più presto che nei casi ordinari, e verrà invece ritardato nel secondo.

In fine, anche la natura delle sostanze assorbite influisce sulla prontezza colla quale penetrano nello spessore dei tessuti, e sono portate nel torrente della circolazione. Per generale assioma si potrà ritenere che, a pari condizioni, l'assorbimento è tanto più rapido quanto meno i liquidi sono densi, e bagnano più facilmente i tessuti; riguardo ai solidi bisognerà da prima tenere conto della loro attitudine a sciogliersi, poi delle proprietà fisiche delle avvenute soluzioni.

DELLA DIGESTIONE.

§ 38. L'assorbimento delle materie necessarie a nutrire gli animali ha luogo, più che altrove, in una grande cavità la quale si apre all'esterno, e serve contemporaneamente ad elaborare parecchie di queste materie in modo che possano essere assorbite. Il qual lavoro preparatorio costituisce, come si è già indicato il fenomeno della Digestione.

§ 39. **Degli alimenti.** — Potrebbero dirsi *alimenti* tutte le sostanze le quali, introdotte nel corpo di un essere vivente, giovano ad aumentarlo od a ripararne le continue perdite; ma in generale questa parola viene adoperata in

(1) *Plétora* (πληθώρα. da πλήθω, riempio) è parola adoperata ad indicare lo stato di turgescenza del sistema vascolare.

senso più ristretto, e con essa si denotano solo quelle che non ponno essere assorbite e non ponno nutrire l'animale se prima non sieno state digeste, e noi adotteremo la parola *alimenti* in questo secondo senso.

Gli alimenti sono necessari alla vita come l'aria che si respira o l'acqua continuamente introdotta nel corpo sia bevendola in istato liquido, sia assorbendola in istato di vapore. Quando gli animali ne difettino, decrescono in volume, stremano di forze, e muojono inevitabilmente dopo aver sofferte angosce più o meno lunghe.

Il bisogno di alimenti si manifesta dapprima con una sensazione particolare allo stomaco, la *fame*, la quale cresce per l'esercizio, per l'influenza stimolante di un freddo moderato, e per l'azione che hanno su quel viscere certe sostanze amare, come, per esempio, il *cacciù;* viene al contrario affievolita da quanto tende a rallentare il moto vitale, dall'immobilità, dal sonno, ecc. Gli animali che nell'inverno cadono in letargo, si astengono da ogni alimento per tutto il tempo che rimangono in quello stato; ed anche i pesci, le rane e le specie a sangue freddo ponno sopportare una lunghissima astinenza quando le loro funzioni si rallentan per troppo bassa temperatura. Invece quelli dotati di un processo di nutrizione molto attivo, come l'uomo ed il maggior numero dei mammiferi, deperiscono rapidamente quando manchino di alimenti; e deperiscono più presto i giovani degli adulti, perchè non solo devono mantenere stazionario il corpo, ma accrescerne il volume; quindi soccombono anche i primi alla fame. Il quadro pennelleggiato con sì vivi tocchi da Dante nell'episodio del conte Ugolino, è la trista e vera descrizione di quanto accaderebbe ad un uomo adulto privato per lungo tempo d'ogni alimento unitamente ad altre più tenere creature.

Tutti gli alimenti sono forniti dal regno organico, e l'uomo e tutti gli animali vengono sempre mantenuti in vita da sostanze che la loro volta fecero parte di un corpo vivente, le quali sostanze, sia che provengano dal regno vegetale, sia che fornite dal regno animale, in ragione della loro natura chimica, formano tre classi principali, cioè, la classe degli alimenti azotati, la classe degli alimenti amilacei o zuccherini, e quella dei corpi grassi.

Ma non tutte le sostanze alimentari sono egualmente

nutrienti, e per curiose sperienze si ebbe a conoscere come per mantener vivi almeno certe specie di animali è necessaria la mistura di date sostanze diverse. Alcuni conigli alimentati con un'unica sostanza, quale il frumento o cavoli od avena o carote, morivano in una quindicina di giorni con tutti i sintomi della inanizione, mentre viveano robusti quando si porgevano loro quelle stesse sostanze o miste od alternate a brevi intervalli.

È dunque legge d'igiene che i cibi sieno svariati e moltiplici, ed in ciò i precetti della scienza concordano col nostro istinto e colle stagioni che ci apportano successivamente alimenti diversi.

Si trovò inoltre che lo zuccaro, la gomma, l'olio, l'ádipe, e tutte le sostanze sfornite di azoto, quand'anche vengano di frequente alternate, mal servono alla nutrizione; pare indispensabile l'uso degli *alimenti azotati*, quali, a modo d'esempio, la carne muscolare, il glútine che abbonda nel frumento, l'albumina, ecc., ecc. Del resto non tutte le sostanze convengono agli stessi animali e, come si avrà a dirlo in séguito, quelle diversità, conseguenti dalla natura diversa degli animali, concordano sempre con altre condizioni particolari di struttura.

§ 40. **Apparato digestivo.** — La digestione serve 1.° a separare negli alimenti la parte nutriente da quanto in essi non torna proficuo, e deve essere espulso come *feci*, 2.° a tramutarne la parte nutritiva in un liquido particolare, atto a mischiarsi col sangue per sostentare il corpo.

Questa elaborazione delle materie nutritive viene prodotta principalmente dall'azione che certi umori esercitano sugli alimenti; ed ha luogo dentro una cavità più o meno vasta, la quale contiene quei liquidi, e comunica all'esterno sia per ricevere le sostanze destinate ad essere digeste, sia per espellere poi le feci ed i residui del lavoro digestivo. Questa, diremmo quasi, officina fisiologica, nominasi *cavità digestiva*; ed è facile distinguerla in quasi tutti gli animali; invece manca sempre nelle piante, come manca in esse qualunque organo analogo perchè non hanno bisogno di preparare le materie nutritive prima di assorbirle.

§ 41. In alcuni animali la cavità digestiva non è che un semplice sacco, che s'apre all'esterno per un unico orifizio destinato a dar passo ed agli alimenti che entrano, ed

alle feci che escono (fig. 2, *a*); tali sono i pólipi, le asterie o stelle marine e molte delle specie anche meno semplici; però in quasi tutti gli animali quella cavità s'apre all'esterno per due orifizii distinti; la *bocca*, destinata unicamente agli alimenti che entrano, e l'*ano* che serve a dar passo alle sole ejezioni fecali.

Fig. 2. *Idra, o pólipo d'acqua dolce.*

Quando la cavità alimentare forma un tubo aperto ad ambo i capi, porta ordinariamente nel mezzo una allargatura, nella quale le materie nutritive possono accumularsi e rimanere il tempo necessario alla loro digestione (fig. 3). La camera formata da quell'allargamento del tubo alimentare è destinata ai fenomeni più essenziali della digestione,

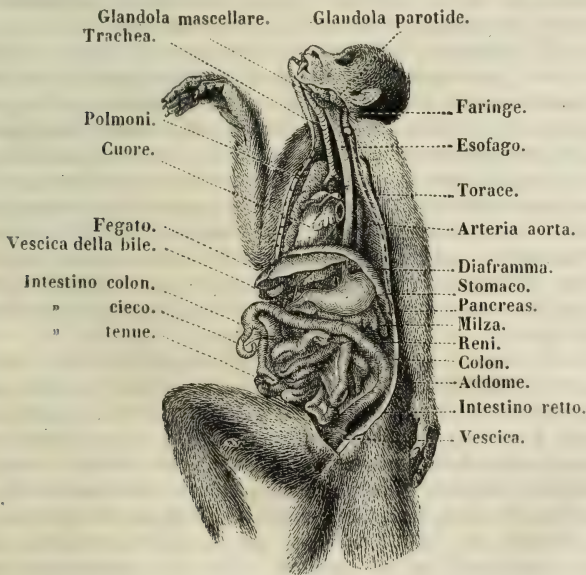



Fig. 3. *Apparato digestivo di una Scimmia.*

e vien detta lo *stomaco*. Talvolta quel sacco digerente è unico, così negli animali che vivono di carne; in altri, principalmente negli erbivori, trovasi invece suddiviso in due od in più scompartimenti, ed è facile comprendere le ragioni di quelle differenze quando si rifletta che la carne essendo di digestione più facile e più rapida che non lo sieno le erbe, non ha bisogno di esservi trattenuta tutto il tempo richiesto pei vegetali.

§ 42. Tutta la cavità digerente è internamente rivestita da una *membrana*, detta *mucosa*, analoga per la struttura alla pelle, e che può ritenersene come la continuazione quantunque il suo tessuto sia più molle, manchi quasi affatto di epiderma e sia meno ricca di vasi sanguigni e di pori secretori. Attorno la mucosa sta una tunica carnea formata da *fibre muscolari* più o meno abbondanti, le quali contraendosi o sospingono le materie alimentari dalla bocca all'ano, o le arrestano per un tempo dato in uno od in altro punto dell'apparato digestivo. Infine il tubo alimentare di quasi tutti gli animali è in gran parte contenuto dentro una *membrana sierosa* sottile e trasparente, detta *peritonéo*, la quale e lo sorregge e ne agevola i movimenti.

§ 43. Abbiamo detto che la digestione ha luogo principalmente per opera degli umori diversi dei quali i cibi s'inzuppano mentre trovansi nella cavità alimentare. I quali sughi sono prodotti da un lavoro di secrezione resiedente in organi partícolari detti in generale *glandole;* quindi l'APPARATO DELLA DIGESTIONE non solo componesi del tubo alimentare, ma anche dei diversi organi glandolari che lo circondano, e sono destinati a versarvi per entro dei liquidi speciali. Il numero di quegli organi secretori è diverso nelle diverse specie di animali, ma però sono sempre parecchi; e fra i principali notansi le glandole gastriche, il fegato, il páncreas, e le glandole salivali (fig. 3 e 24).

§ 44. Infine, perchè i sughi digestivi abbiano più facile azione sugli alimenti, è opportuno che questi trovinsi già meccanicamente triturati. La quale operazione si eseguisce molto imperfettamente in quasi tutti gli animali inferiori conseguendo dalla sola compressione delle deboli e sottili pareti del loro tubo alimentare sulle materie che stanno digerendosi. In altri, come nei granchi e negli uccelli granivori, lo stomaco ha tale robustezza da stritolare le materie in esso contenute; ma in generale esistono a quest'uopo appositi stromenti, situati all'orificio del tubo digerente e con-

gegnati in modo adatto a tagliare o macinare quelle materie; per *organi masticatori* non s'intendono però i soli denti, ma anche le parti che gli mettono in azione.

§ 45. Da tutto ciò si vede come l'apparato digestivo, dapprima semplicissimo in alcune specie inferiori, come i polipi, va poi complicandosi nelle superiori. Quantunque il tubo alimentare si estenda in quest'ultime dall'una all'altra estremità del corpo, pure la massima parte di esso trovasi contenuta in quella vasta caverna che occupa tutta la regione posteriore ed inferiore del tronco, e che dicesi ventre od *addome* (fig. 3). Nell' uomo e negli altri mammiferi quella caverna è separata dal torace, ossia dal petto, per un tramezzo carnoso, formato dal *muscolo diaframma;* inferiormente termina col *bacino*, larga cintura ossea che ha per pavimento una impalcatura egualmente muscolare; posteriormente vien circoscritta dalla spina dorsale, e sull' innanzi ed ai lati gli fanno parete i larghi muscoli che dal torace stendonsi al bacino. La membrana del *peritonéo* investe l'interna superficie di questa cavità ricettando dentro le ripiegature delle sue foglie i visceri principali. Tutte queste ripiegature, dette *mesenterii*, provengono dalla parte posteriore dell'addome, ed alcune prolungandosi oltre il viscere che involgono, formano quelle maniere di veli o grembiali che si nominano *epiploon*.

Il tubo alimentare, così annicchiato, prende nomi diversi nelle diverse sue parti. Dicesi *bocca* l'allargamento anteriore, il quale serve quasi a vestibolo; *faringe* o *retro-bocca* la cavità susseguente (vedi fig. 5); l'*esofago* è la terza parte di quel canale; la quarta lo *stomaco;* la quinta l'*intestino tenue;* e la sesta l'*intestino crasso*, che finisce all'*ano*.

§ 46. **Atti del lavoro digestivo.** — I fenomeni che avvengono in queste diverse parti dell' apparato digerente, costituiscono una serie di atti più o meno distinti, i quali devono aggrupparsi nell'ordine seguente: 1.° prendimento degli alimenti; 2.° masticazione; 3.° insalivazione; 4.° deglutizione; 5.° chimificazione o digestione dello stomaco; 6.° chilificazione o digestione intestinale; 7.° defecazione; 8.° assorbimento del chilo.

Ora studieremo l' uno dopo l' altro questi diversi atti del processo digestivo, e con essi gli organi che gli producono sia nell' uomo che negli animali a noi più affini.

PRENDIMENTO DEGLI ALIMENTI.

§ 47. Gli alimenti vengono introdotti nel canale digerente in vari modi, ed il meccanismo pel quale si opera quella intromissione differisce secondo che le sostanze sono solide o liquide. L'uomo però prende sempre gli alimenti o col soccorso dei moti della bocca, o giovandosi dei membri superiori.

Gli anatomici non intendono per *bocca* quel solo spazio che trovasi fra le due labbra, come lo si fa nel linguaggio volgare, ma tutta la cavità ovale, conterminata in alto dalla mascella superiore e dal palato, in basso dalla lingua e dalla mascella inferiore, lateralmente dalle guance, all'indietro dal velo palatino ed all'innanzi dalle labbra: l'apertura mediante la quale la bocca comunica coll'esterno, può chiudersi ed aprirsi ad arbitrio, sia movendo le labbra, sia avvicinando o spalancando le mascelle. È facile comprendere in qual modo, essendo così architettata, giovi ad afferrare gli alimenti. Le labbra e le mascelle fanno l'ofizio di un par di molle, abbrancando i corpi che devono essere introdotti nella bocca.

Quasi tutti gli animali si appropriano direttamente il cibo col solo mezzo di questi organi; l'uomo invece e le scimie (fig. 4)

Fig. 4. *Ouistiti penicillato.*

e qualch'altra specie presentano una divisione di lavoro molto

maggiore avendo le membra anteriori costrutte in modo adatto a prender parte a questa funzione. Esse colle mani portano il cibo alla bocca, e quindi le mascelle non hanno altro a fare che di ravvicinarsi per trattenerle.

Alcuni animali o tardi nei movimenti, o che hanno la bocca molto piccola, s'impadroniscono della preda per mezzo della lingua, allora lunghissima e molto protrattile. Altri infine, come l'elefante (fig. 5), si giovano di un prolungamento del naso o del movimento di cirri posti intorno alla bocca; le quali appendici negli insetti diconsi *palpi* (fig. 6 e 7 *a*), e *tentoni* nei molluschi (fig. 8. *a*), nei polipi (fig. 2), ecc.

Fig. 5. *Testa di un Elefante.*

Fig. 6. *Carabo.*

Fig. 7. *Mascella dello stesso insetto.*

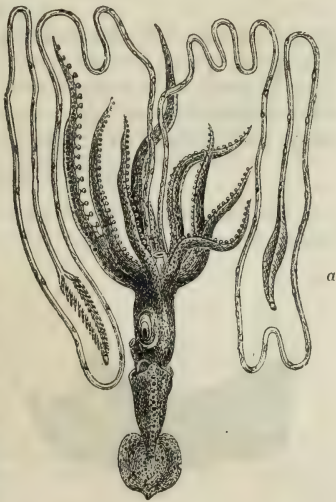



Fig. 8. *Mollusco del genere Loligopsis.*

§ 48. Le bevande vengono introdotte in due modi; o il liquido versato nella bocca cade nello stomaco pel proprio

peso, od è attirato in quella cavità sia mediante l'aspirazione, prodotta del torace quando si dilata, ed assieme coll'aria, la quale poi va ai polmoni; sia pel movimento della lingua che forma un vuoto nella parte interiore della bocca, come lo farebbe uno stantuffo. Questo secondo meccanismo dicesi più propriamente succhiare o poppare.

Fig. 9. *Bombilus pictus.*

Taluni fra gli animali inferiori nutronsi solo di liquidi, o loro forniti dalle piante o che estraggono dagli animali sui quali vivono parassiti. Ciò osservasi il più spesso negli insetti, i quali allora hanno la bocca foggiata a guisa di tubo lunghissimo o succhiatojo (fig. 9). Quando avremo a dire della struttura degli insetti, ci tratterremo più a lungo su questi loro stromenti.

Le bevande non restano nella bocca, ma tosto defluiscono nello stomaco; invece gli alimenti solidi vi restano per un tempo determinato onde esservi *masticati* ed *insalivati.*

DELLA MASTICAZIONE.

§ 49. Si è detto che la *masticazione*, o la divisione meccanica dei cibi, si compie per opera di *denti.*

Fig. 10 (*).

Denti. — Questi organi durissimi assomigliano alle ossa, e, robustamente impiantati nel lembo di ciascheduna mascella, si muovono in siffatta guisa da opporsi gli uni agli altri. Merita attenzione il modo col quale si formano. Ogni dente dell'uomo, dal quale toglieremo gli esempi, svi-

(*) Mascella inferiore di un ragazzo giovinissimo, dalla quale venne esportata gran parte dell'osso esterno per mettere a nudo le capsule in essa contenute; — *a* gengiva; — *b* lembo inferiore della mascella; — *c* angolo di essa; — *d* capsule dentali; — *e* apofise coronoide; — *f* condilo della mascella.

luppasi in un sacco membranoso contenuto nello spessore dell'osso mascellare (*b*). Questo sacco, detto *capsula dentale*, componesi di due membrane vascolari, e racchiude un nocciolctto polposo, simile ad un germoglio, il quale accoglie un gran numero di fili nervosi e di vasellini (fig. 11), che poi vi si diramano per entro. Il dente formato da questo nocciolo, detto *bulbo* o *germe*, s'ingrandisce a poco a poco, ed allungandosi si spinge verso il lembo della mascella, che poi trafora ed oltrepassa; la parte sporgente e nuda vien detta *corona del dente*, e la *radice*, ossia la parte basilare, rimane infitta nella mascella come un chiodo nel legno. Nominasi *alvéolo* la cavità ossea che serve di ricettacolo a quegli organi, e *colletto del dente* il punto in cui la corona si unisce alla radice. Da che il bulbo dentale aderì per una o più radichette al fondo della capsula, la materia petrigna, che si depone continuamente alla sua superficie, va sempre più comprimendo i vasi nutrienti, e gli forza ad obliterarsi; allora il dente cessa di crescere, il bulbo avvizzisce, e rimane, unica traccia di quell'organo, una cavità centrale. Se invece, per diversa conformazione del bulbo, il dente viene solo prodotto dalla sua superficie superiore, esso bulbo continua sempre ad agire, ed il dente ad allungarsi; nel qual caso manca naturalmente la cavità centrale. I lunghi denti anteriori de'conigli (fig. 12) danno esempio di questa disposizione, e se poi non si trovano lunghissimi, n'è causa il continuo loro consumarsi all'estremità libera, appena compensato dal crescere che fanno alla base.

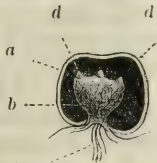



Fig. 11 (*).

Fig. 12. *Mascella e denti di un Coniglio.*

§ 50. Le parti delle quali componesi un

(*) Spaccato di una capsula dentale, ingrandita per mostrare la disposizione del germe ed il modo col quale si depone sopra esso la materia petrigna; — *a* capsula; — *b* bulbo o germe; — *c* vasi sanguigni e nervi che penetrano nel bulbo; — *d d* primi rudimenti dell'avorio.

dente differiscono anche per ciò che spetta la loro struttura; la sostanza interna, che ne forma quasi l'intero corpo, è detta *dentina* od *avorio;* l'altra che il più spesso lo investe come vernice durissima e petrigna, nominasi *smalto;* infine alla parte estrema della radice dei denti di quasi tutti gli animali e talvolta attorno la corona di alcuni di essi, per esempio dei buoi, incontrasi una terza sostanza detta *cemento*, o *sostanza corticale* perchè sovrapposta allo smalto.

L' avorio dei denti componesi di una sostanza animale analoga alla gelatina, di fosfato di calce (nella proporzione di circa 64 per cento nell' uomo adulto), di carbonato di calce (quasi 5 per cento) e di una scarsissima quantità di fosfato di magnesia.

Lo smalto, di colore quasi simile a quello dell' avorio, è così duro che percosso coll' acciarino scintilla come una pietra focaja; offre poche traccie di materia organica, e componesi per quasi 9 per cento di fosfato di calce. La sostanza corticale è poca e quasi nulla nell'uomo, ma invece abbonda nel bue; analizzata chimicamente fornisce quasi 42 per cento di materia organica, 50 per cento di fosfato di calce, e 4 per cento di carbonato della stessa base.

Al microscopio l' avorio dei denti umani e di quasi tutti i mammiferi, vedesi attraversato da infiniti tubetti sottilissimi, flessuosi e ramificati, che sboccano nella cavità centrale, e dentro i quali è contenuta una materia granulosa di natura calcarea; quei canaletti divergono verso la superficie del dente, e spesso gli estremi loro ramuscoli terminano in piccole cavità o cellette nelle quali pure trovasi il deposito calcare; queste cellule hanno molta analogia colle cellule del tessuto delle ossa. — Lo smalto invece, guardato pur esso col microscopio, pare formato da moltissime fibre, o meglio da prismi esagoni, d'aspetto cristallino, stretti gli uni agli altri e quasi perpendicolari alla superficie del dente. — Distinguesi la sostanza corticale perchè ricca in cellule ossee ed in tubi calcigeri irregolari.

§ 51. Talvolta i denti non sono racchiusi negli alveoli, ma saldandosi per la base alle mascelle fanno corpo con esse, tali sono i denti di molti pesci; altre volte non somigliano alle ossa, ma sono semplicemente cornei. Infine la ba-

lena (fig. 14) invece dei denti ha delle grandi lamine flessibili, dette *fanoni* (fig. 13); ed altri animali, alcuni dei quali, come il *formichiere*, spettano alla classe de'mammiferi (fig. 22), mancano interamente di denti.

Fig. 14. *Testa ossea di Balena guernita dei fanoni* (*).

§ 52. I denti degli animali, i quali, come i rettili, ingojano gli alimenti senza masticarli, servendo solo a prendere quelle sostanze sono pressochè tutti eguali, ed hanno la forma o di uncini o di piccoli coni; sono invece moltiformi nelle specie che masticano, perchè destinati ad ofizi moltiplici.

Fig. 13. *Fanone.*

Quindi e l'uomo e quasi tutti i mammiferi hanno tre specie di denti; gli uni, terminati in un sottile tagliente, diconsi *incisivi*, appunto perchè adatti a tagliare le sostanze portate tra le mascelle (fig. 16); altri sono fatti a cono, ed in talune

Fig. 15. *Testa di un Cocodrillo gaviale.*

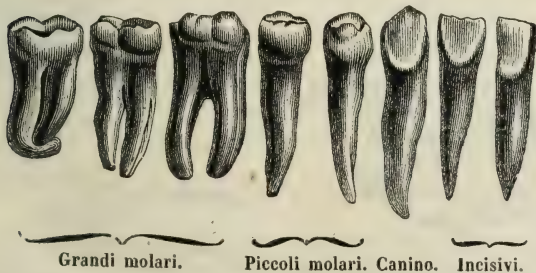



Fig. 16. *Denti dell'uomo.*

(*) Alcuni autori italiani traducono questa parola francese per *barbigli*, *barbiglioni*, ecc., ma si credette adottarla perchè quei nomi indicano altresì, e più propriamente, certe maniere di cirri che stanno alla bocca di alcuni pesci. (*Nota all'Ediz. italiana*).

specie allungansi più dei denti vicini; questi non tagliano gli alimenti, ma ficcandosi in essi servono a lacerarli, e vengono distinti col nome di denti *canini*; infine i *molari* o *mascellari* avendo la superficie larga e scabra offrono le circostanze meglio adatte a schiacciare e stritolare.

Il modo col quale i denti s'impiantano nelle mascelle varia a seconda la diversa forma della loro corona, ed è facile vedere come la forma di ciascuno concordi esattamente coll'uso al quale sono destinati. I denti incisivi hanno un'unica radice e molto corta, perchè soggiacciono ad uno sforzo che tende piuttosto a sprofondarli negli alveoli di quello che a strapparli da essi. I canini addentransi nelle mascelle molto più che gli incisivi; ed i molari dovendo sostenere i maggiori sforzi, hanno due o tre radici divergenti, mediante le quali e la loro inserzione è fatta più solida, e la pressione che sopportano non gravita tutta sull'alveolo, ma viene convenientemente distribuita.

§ 53. La disposizione dell'apparato dei denti varia nei diversi mammiferi al variare degli alimenti loro destinati; la quale concordanza è tanto rigorosa che dalla sola ispezione di quell'apparato ponno dedursi il regime, i costumi ed anche la generale struttura del maggior numero delle specie. Infatti i molari (fig. 17) di quegli animali che nutronsi di carne, sono compressi ed affilati, e contrapongonsi gli uni agli altri come i due taglienti di una forbice; negli insettivori invece sono irti (fig. 18), di punte coniche, disposte in modo

Fig. 17. *Denti di un carnivoro.* Fig. 18. *Denti di un insettivoro.*

che ciascuna punta discende ad occupare gli intervalli esistenti tra le punte del dente opposto. Quando gli animali nutronsi

principalmente di frutti molli (fig. 20), hanno i denti guerniti di soli tubercoli arrotondati, ma se invece devono macinare sostanze vegetali più o meno dure, essi terminano in una larga superficie scabra, e somigliano ad una macina (fig. 19). I mo-

Fig. 19. *Denti di un erbivoro.*

Fig. 20. *Denti di un frugivoro.*

lari sono i più utili fra tutti i denti, quindi sono anche più costanti degli incisivi e dei canini; che esistono sempre nei carnivori essendo indispensabili per afferrare e divorare una preda vivente, e mancano talvolta tanto gli uni che gli altri ai mammiferi erbivori, ai quali per quel loro regime sono di poco o nessun giovamento. Altre volte sviluppandosi in modo particolare non servono più alla masticazione, ma costituiscono delle *zanne* più o meno poderose (fig. 21).

Fig. 21. *Teschio del Cignale.*

Fig. 22. *Teschio di un Formichiere.*

§ 54. Nell'uomo appena nato i denti sono poco sviluppati, ed è raro che se ne trovi spuntato qualcuno; ordinariamente cominciano a svolgersi quando il bambino abbia da sei mesi ad un anno; e quei primi denti devono cadere dopo pochi anni cedendo il luogo ad altri. Questi diconsi denti *da latte* o di *prima dentizione*, e sono in numero di venti, cioè, per cadauna mascella, quattro incisivi, posti in avanti; poi tosto dopo gli incisivi due canini, uno per lato;

infine quattro molari, situati due per parte quasi in fondo alla bocca.

I primi denti cominciano a cadere a sette anni, e vengono surrogati da una nuova serie, formata da capsule poste più profondamente di quelle da cui ebbe origine la prima dentizione: quindi le radici di questi ultimi sono più lunghe, ed essi trovansi impiantati più solidamente dei precedenti.

I denti della seconda dentizione sono anche più numerosi, cioè non più venti, ma trentadue; quattro incisivi per ciascuna mascella, due canini e dieci molari; i due primi molari di ciascun lato hanno due sole radici, e diconsi *molari minori* o *falsi molari*, i tre susseguenti invece, od i *molari maggiori* (fig. 16), ne hanno tre.

I denti cadono nell'età molto innoltrata come quelli da latte nell'infanzia, ma colla differenza che non vengono più surrogati, ed anzi se ne obliteranno gli stessi alveoli.

§ 55. **Meccanismo della masticazione.** — I denti, stromenti passivi della masticazione, vengono messi in gioco dalle mascelle nelle quali sono infitti. La mascella superiore essendo saldata al capo rimane immobile; ma l'inferiore, che ha qualche rassomiglianza con un ferro di cavallo, si articola al cranio colle sole due estremità, ed in modo da poter essere avvicinata od allontanata dalla superiore, mediante movimenti prodotti dalla contrazione dei molti muscoli che per l'uno dei capi attaccansi a quest'osso, e coll'altro alle parti vicine della testa; le materie alimentari venendo continuamente spinte sotto i denti dalla lingua e dalle guancie, e trovandosi compresse fra quei due piani resistenti, presto sono divise in parti più o meno piccole, e quasi stritolate.

§ 56. Quest'operazione è molto importante perchè la digestione riesce tanto più facile quanto più le materie furono masticate, presentando una superficie di contatto ai sughi dello stomaco tanto maggiore quanto più trovansi suddivise. Abbiamo però visto come esistono animali destinati a nutrirsi di materie dure, e che non ostante mancano di denti; nei quali casi la natura supplisce provedendoli di altri organi di triturazione.

In fatti uno degli stomachi degli uccelli granivori è dotato di forza muscolare bastevole a schiacciare gli alimenti dentro esso introdotti; il quale stomaco dicesi *ventriglio*.

SALIVAZIONE.

§ 57. Mentre nella bocca dell'uomo e degli altri mammiferi, gli alimenti vengono meccanicamente suddivisi nel modo testè descritto, s'imbevono anche di saliva, anzi qualche volta si stemperano in quel liquido.

§ 58. La *saliva* producesi nelle glandole che stanno intorno alla bocca, e che sono costituite da piccoli corpi granulosi agglomerati. L'uomo ha tre paja di glandole salivali poste ciascuna simetricamente ai due lati della testa, cioè le *parotidi,* giacenti all'innanzi delle orecchie e dietro la mascella inferiore; le *sotto-mascellari* all'angolo della mascella (fig. 23); e le *sublinguali* sotto la lingua, dentro lo spazio che resta fra l'una e l'altra branca della mascella inferiore. Ognuna di queste glandole comunica colla bocca per un condotto escretore particolare, mediante il quale versa in essa una diversa quantità di saliva.

La saliva componesi in gran parte d'acqua (circa 995 parti in 1000), di un principio particolare al quale si diedero i nomi di *ptialina* e di *diastasi animale*, e di diversi sali, come, per esempio, di sale marino (cloruro di sodio), e di tartrato di soda; contiene inoltre una piccola quantità di soda libera, per la quale è fatta alcalina.

La mistura della saliva cogli alimenti è più necessaria di quello lo parrebbe alla prima perchè agevola la masticazione, giova alla deglutizione e, come lo si vedrà in séguito, pare contribuisca a che vengano digerite alcune delle sostanze alimentari.

DEGLUTIZIONE.

§ 59. La camera della bocca dei mammiferi è posteriormente guernita di un velo mobile, detto *velo palatino*, il quale rimanendo calato durante la masticazione impedisce che gli alimenti cadano all'indietro; gli uccelli ed i mammiferi che inghiottono gli alimenti senza masticarli, mancano di quel tramezzo. Quando esiste saldasi transversalmente al margine posteriore del palato, e col lembo inferiore può applicarsi alla base della lingua, o, rialzandosi, lasciar libero il

varco tra la bocca e le parti susseguenti del tubo digestivo. In fatti, quando gli alimenti sieno stati debitamente masticati, indi riuniti sulla volta della lingua in una piccola massa detta *bolo alimentare*, essi vengono compressi contro il velo palatino che elevandosi cede loro il passo; così si effettua la *deglutazione*.

Indicasi con questo nome *il decorrere che fanno gli alimenti dalla bocca allo stomaco dentro le vie della faringe e dell'esofago.*

§ 60. Dicesi *faringe* (fig. 23) la camera susseguente alla bocca e posta nella parte alta del collo. Le narici ne formano la vôlta superiore, il velo palatino la separa in alto ed all'innanzi dalla bocca, anteriormente ed all'inbasso comunica colla laringe e la tracharteria, condotti destinati a portare l'aria ai polmoni; in fine, pure all'inbasso ma all'indietro, continuasi coll'*esofago*, che è un tubo angusto, il quale discendendo pel collo, attraversa il torace tra i due polmoni, dietro il cuore ed anteriormente alla colonna vertebrale, oltrepassa il muscolo diaframma, e mette capo nello stomaco (fig. 23 e 24).

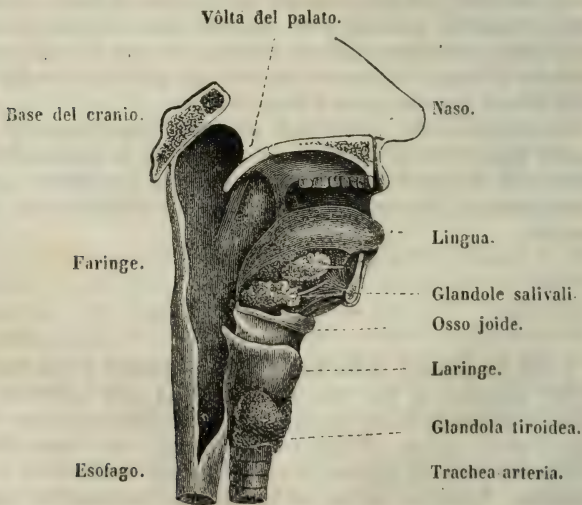



Fig. 23. *Spaccato verticale della bocca e della gola.*

§ 61. Attraversando la faringe per discendere direttamente nell' esofago il bolo alimentare deve scorrere fra le narici posteriori e l'apertura della laringe (detta *glota*), senza però entrare in quelle cavità discendendo dritto all'esofago. A ciò soccorre principalmente il velo palatino, che elevandosi in modo da stendersi quasi orizzontalmente e da toccare col suo lembo posteriore la retro-bocca, impedisce che gli alimenti possano risalire nelle fosse nasali, ed anzi gli dirige verso l'esofago. La glota chiudesi nell'atto della deglutizione allo stesso intento, e contemporaneamente tutta la laringe s'innalza verso la base della lingua; onde esserne protetta; per questi movimenti si abbassa pure, a moltiplicare i ripari, una animella detta *epiglotide* (il nome stesso indica come soprasti alla glota). Mediante questo meccanismo resta solo libero il passo che conduce allo stomaco, dentro il quale il bolo alimentare viene sospinto sino all'esofago dalla contrazione dei moltissimi muscoli che rivestono la faringe. Queste contrazioni, ed i movimenti della faringe, si eseguiscono indipendentemente dalla volontà e con tanta prestezza che gli alimenti attraversano quel quadrivio, in cui le vie della digestione s'incrociano coll'altre che portano l'aria ai polmoni, senza che la respirazione abbia a soffrire pel menomo ritardo. Accade però talvolta che per mal eseguita deglutazione qualche parte degli alimenti trascorra nella glota invece di proseguire per l'esofago.

Il bolo alimentare giunto in fine nell'esofago irrita le fibre carnose che lo fasciano in giro, le quali fibre contraendosi successivamente lo discendono nello stomaco.

DELLA DIGESTIONE DELLO STOMACO O CHIMIFICAZIONE.

§ 62 Si è visto per quale meccanismo gli alimenti passano dalla bocca allo stomaco, dove devono essere digeriti e mutati in chimo.

Lo *stomaco* (fig. 24) è un sacco membranoso, posto in traverso nella parte superiore dell'addome. Nell'uomo ha la figura di una cornamusa (1), va, cioè, stringendosi a poco a

(1) Infatti per costruire la cassa d'aria di quello strumento, si adopera lo stomaco di un animale, nel quale questo viscere ha molta somiglianza coll'umano.

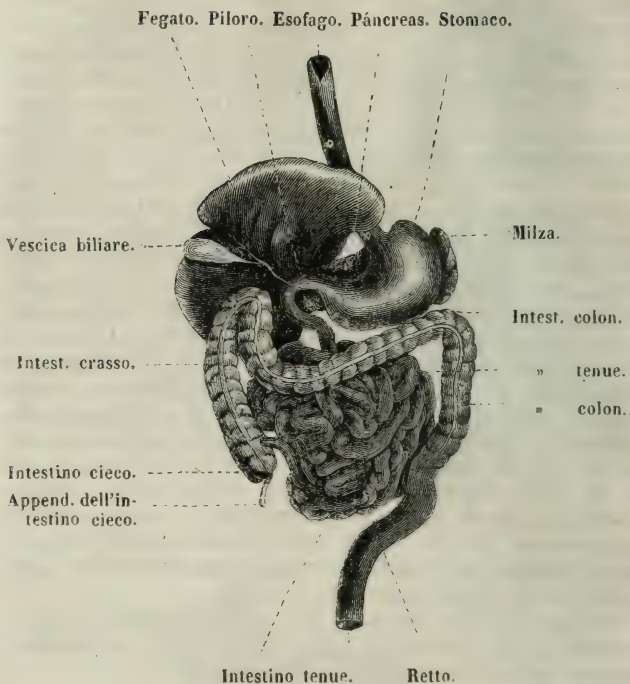



Fig. 24. *Apparato digestivo dell'uomo.*

poco da sinistra a dritta, e si curva in modo da presentare il profilo superiore cortissimo e concavo, e l'inferiore (o la *grande curva dello stomaco*) lungo e convesso. L'apertura per la quale lo stomaco imbocca l'esofago dicesi *orifizio cardiaco* perchè posta dal lato del cuore, e *piloro* (1) l'altra che lo mette

(1) Dal greco πυλουρός portinajo (da πύλη porta, ed οὖρος guardiano). Fu dato un tal nome all'orifizio intestinale dello stomaco per ricordarne le funzioni; il piloro resta contratto e chiuso sino a che non sia debitamente innoltrata la digestione degli alimenti che poi devono passare negli intestini, e si apre quando essi trovansi tramutati in chimo.

in comunicazione cogli intestini. Le sue pareti sono molto elastiche e, contraendosi quando gli alimenti sieno pochi o manchino affatto, formano molte pieghe interne, le quali decrescono mano mano che quel sacco venga a dilatarsi. Alla superficie della membrana mucosa, che le investe internamente, vedesi un gran numero di piccole cavità secretorie dette *follicoli gastrici*, le quali versano sugli alimenti il liquido che producano.

Quel sugo detto *sugo gastrico* è uno degli agenti più efficaci della digestione, giacchè per esso gli alimenti vengono mutati in chimo nel modo che si dirà fra poco. Quando lo stomaco è vuoto fornisce poca quantità di sugo gastrico, il quale geme invece in molta copia quando le pareti dello stomaco sono eccitate dal contatto di alimenti principalmente solidi; questo liquido è sempre molto acido.

§ 63. Le sostanze alimentari accumulate nello stomaco trovandosi fortemente compresse dalle pareti musculose dell'addome risalirebbero per l'esofago se non vi si opponesse quella parte che è vicina al cardia contraendo le sue fibre muscolari. Talvolta però questa resistenza vien superata, e gli alimenti rimontano sino alla bocca, e spingonsi anche al di fuori nei fenomeni di *rigurgito* e di *vomito.*

D'altra parte gli alimenti non ponno attraversare semplicemente lo stomaco e trascorrere tosto negli intestini, perchè l'apertura del piloro è interamente chiusa per l'energica contrazione delle fibre muscolari che la ricingono.

§ 64 Gli alimenti s'arrestano dunque nello stomaco, e si accumulano, più che altrove, nella parte cardiaca detta anche *protuberanza* o *fondo cieco maggiore* di quest'organo. Qualcuna delle sostanze così ingeste, vengono semplicemente assorbite dalle pareti, e mischiansi al sangue senza precedente elaborazione; ciò accade coll'acqua, coll'alcool allungato e con alcuni altri liquidi. Altre sostanze entrano nell'intestino, e sono espulse intatte insieme alle feci; ma in generale nello stomaco gli alimenti sono digeriti, e tramutati in una massa polpacea, semifluida, che è detta *chimo.*

I frammenti che trovansi alla superficie della massa alimentare, e quindi più vicini alle pareti dello stomaco, imbevonsi i primi di sugo gastrico, e si fanno acidi come quel

sugo. Il rammollimento continua gradatamente dalla periferia verso il centro, sino a che tutta la massa che era costituita da alimenti, abbia subita una eguale alterazione, e tutte quelle sostanze si sieno mutate in una materia molle, poltacea, il più spesso grigia e dotata di un odore particolare, la quale è formata di *chimo* e di avanzi alimentari.

§ 65. **Natura del lavoro di digestione.** — Si fecero molte esperienze per conoscere come avvenga la digestione dentro lo stomaco, e fra tutte distinguonsi quelle dello Spallanzani. Quando quel celebre fisiologo modenese istituì le sue ricerche, credevasi che la digestione non facesse che triturare gli alimenti, e consideravasi il chimo come formato dagli alimenti soltanto spapolati; ma egli mostrò come la cosa fosse molto diversa. Fece ingojare ad alcuni uccelli degli alimenti chiusi entro tubi e capsule metalliche, le pareti delle quali essendo crivellate gli lasciavano esposti all'azione dei liquidi contenuti nello stomaco, guarentendoli dallo strofinamento delle sue pareti; ciò nulla ostante vide che la digestione accadeva come all'ordinario. A buon diritto concluse che i sughi gastrici erano la causa principale della chimificazione degli alimenti: ed a meglio dimostrarlo, imaginò nuove esperienze ed anche più ingegnose. Introdusse, cioè, nello stomaco di alcuni corvi e di altri uccelli, dei pezzi di spugna legati ad un filo, ed estraendoli poi imbevuti del sugo del quale eransi inzuppati rimanendovi per alcuni minuti, si procurò una dose conveniente di sugo gastrico. Raccoltolo in piccoli vasi, v'immerse degli alimenti debitamente tagliuzzati, imitando nel tempo stesso, alla meglio, la temperatura che naturalmente accompagna la chimificazione; in poche ore vide la massa sottomessa a quell'artificiale digestione tramutarsi in una materia poltacea, simile in tutto a quella che sarebbe stata prodotta nello stomaco dalla digestione naturale.

Le osservazioni fatte sull'uomo diedero gli stessi risultamenti, e le più notevoli devonsi ad un medico americano, il dottore Beaumont. Questi le instituì in un giovane di robusta salute, in mezzo al petto del quale, per larga cicatrice di ferita causata da un'arma da fuoco, restava aperto un orifizio a traverso il quale potevasi scorgere quanto accadeva nell'interno dello stomaco. In questo modo il signor

Beaumont si accertò che gli alimenti giunti in quell'organo vi provocano la secrezione dei sughi gastrici, se ne imbevono, e vengono digeriti per la sola forza di quell'agente; infatti, quando li toglieva dallo stomaco già imbevuti, vedeva continuarsi a poco a poco la loro tramutazione in una massa chimosa. Per mezzo di un tubo gli era anche facile procurarsi il sugo gastrico che vedeva gemere dalle pareti del viscere, ed adoperandolo alla stessa guisa che lo aveva fatto lo Spallanzani ne' suoi esperimenti di digestione artificiale, riuscì a tramutare della carne di manzo in una sostanza semifluida, simile al chimo ch'è prodotto dalla carne per naturale digestione.

Dunque il *sugo gastrico è evidentemente la causa principale delle modificazioni che gli alimenti subiscono mentre restano nello stomaco,* e la conseguenza di questo fatto deve guidarci alla ricerca del principio che imparte a quel liquido proprietà tanto importanti.

§ 66. Sino a questi ultimi tempi si volle attribuire il potere dissolvente del sugo gastrico all'acido cloroidrico (o idroclorico), ed all'acido lattico in esso contenuti. Questi acidi ponno infatti intaccare molte delle sostanze che ordinariamente servono ad alimentarci, ma la loro azione è troppo debole perchè con essa sola si spieghino tutti i fenomeni della chimificazione; e secondo le recenti esperienze di Eberle, Schwann e Müller di Berlino, pare che nel sugo gastrico contengasi anche una materia particolare, la quale si comporta con quasi tutte le sostanze alimentari in modo analogo a quello della *diastasi* coll'amido. Questa materia, che venne nominata *pepsína*, e che sino ad ora non può dirsi ben nota, agisce solo quando si trovi combinata all'acido cloroidrico ed all'acido acetico, facendosi allora atta a spapolare la fibrina, l'albumina coagulata e la maggior parte delle sostanze alimentari più solide. Inoltre in alcune di queste materie, quale, ad esempio, l'albumina, provoca importanti modificazioni chimiche.

La pepsína però non discioglie nè il caseo, nè la gelatina, nè il glútine, nè qualche altre sostanze, le quali, onde vengano digerite dallo stomaco, devono previamente aver subìta l'influenza di altri agenti. La saliva è uno di questi dissolventi, e gli animali che nutronsi specialmente di piante, hanno spesso, tra la bocca e lo stomaco propriamente detto, una prima cavità destinata a ricettare gli alimenti nel tempo che imbevonsi di quel liquido. Questo primo stomaco dicesi

panse o *rúmine* nei mammiferi dell'ordine dei Ruminanti (fig. 25), e negli uccelli *gozzo* od *ingluvie*.

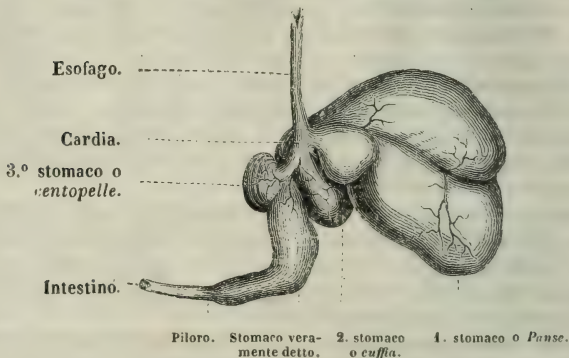



Fig. 25. *Stomaco d'un montone.*

Gli alimenti vengono dunque tramutati in chimo e per l'azione della saliva, ed anche più dal sugo gastrico; ma esistono alcune sostanze, per esempio le materie grasse, che sottraggonsi all'azione di questi liquidi, e che traverserebbero intatte lo stomaco quando non subissero l'influenza di agenti più opportuni; i quali agenti incontrano infatti, come lo si vedrà tra poco, progredendo per entro il tubo intestinale.

Durante la chimificazione le pareti dello stomaco contraggonsi con sforzi circolari e progressivi da diritta a sinistra, ma dopo un dato tempo quei moti, detti *peristáltici*, dirigendosi in senso opposto, cacciano il chimo verso il piloro e fino agli intestini tenui.

CHILIFICAZIONE.

§ 67. **Intestino.** — Dicesi *intestino* (fig. 24) quella parte del canale alimentare, in cui entrano gli alimenti dopo che vennero digeriti nello stomaco. L'intestino è un tubo membranoso, ripiegato su sè stesso, di poco diametro, ma invece così

lungo che nell'uomo misura sino a sette volte la lunghezza del corpo. L'intestino degli animali che si nutrono di sola carne, è in generale più corto di quello dell'uomo e degli altri omnivori, invece quello degli erbivori è anche maggiore; il leone ha l'intestino lungo tre volte la lunghezza di esso animale, e l'ariete sino ventotto volte. È facile scorgere la ragione di queste differenze quando si rifletta che le sostanze erbacee non si digeriscono che molto lentamente, ed essendo povere di materie veramente proficue devono esser prese in maggior copia e rimanere nel tubo alimentare più a lungo della carne muscolare, facile a digerirsi e pressochè tutta composta di principii nutrienti.

L' intestino trovasi, come lo si disse, collocato nell' addome ed involto tra le ripiegature della membrana del peritonéo, per le quali aderisce alla colonna vertebrale (fig. 3). Ordinariamente lo si considera diviso in due parti, l'una detta *intestino tenue* e l'altra *intestino crasso.*

L' intestino tenue sussegue allo stomaco, è strettissimo e misura quasi i tre quarti dell'intero tubo intestinale; la digestione si compie dentro esso. La sua parete esterna è levigata, le fibre muscolose che lo circondano si serrano le une addosso alle altre, e la membrana mucosa che internamente lo riveste è sparsa di minuti e numerosissimi *follicoli* e di piccole appendici sporgenti dette *villosità;* vi si notano anche frequentissime pieghe trasversali, nominate le *valvole conniventi.* I follicoli segregano di continuo e gemono in molta copia un umore viscoso; pare che le villosità, come lo vedremo in séguito, servano principalmente ad assorbire i prodotti della digestione; le valvole conniventi giovano ad impedire che il chimo non scorra troppo presto in avanti.

Gli anatomici tripartendo l' intestino tenue lo distinguono in *duodéno, digiuno* ed *ileo*, ma questa distinzione non ha conseguenze che importino alla fisiologia.

§ 68. **Fegato e Páncreas.** — Le materie alimentari giunte all' intestino tenue si mischiano e cogli umori che gemono dalle sue pareti e con altri due sughi particolari, la *bile* ed il *sugo pancreatico*, provenienti ciascuno da organi glandolari speciali situati presso lo stomaco.

La bile è prodotta dal *fegato* (fig. 24) il più voluminoso fra tutti i visceri. Esso nell'uomo giace alla parte superiore dell'addome, verso il lato destro, e discende a lambire le ultime coste; ha il piano superiore convesso, l'inferiore irre-

golarmente concavo; è di color rosso-bruno; di sostanza molle e compatta, che, stracciandola, pare consti dell'agglomerazione di piccoli ácini solidi, ciascuno dei quali riceve de' vasi sanguigni, e dà origine a canaletti escretori destinati a portar la bile al di fuori.

Quei condotti escretori riunendosi successivamente formano dei rami, poi delle branche e in ultimo raccolgonsi in un tronco che uscendo dalla superficie inferiore del viscere, va al duodéno. Il qual condotto maggiore comunica anche con un sacco membranoso aderente al fegato (che dicesi la *vescichetta del fiele*), quasi sempre gonfio per la bile in esso contenuta, e s'apre poi visibilmente nel duodeno poco sotto l'orifizio dello stomaco.

Spesso gli animali inferiori invece del fegato od hanno, come i gamberi, un'agglomerazione di tubi sottili, ciechi all'uno dei capi, ed inseriti coll'altro sulle diramazioni del canale escretore; o dei soli vasi lunghissimi, e ciò notasi negli insetti. Infine, negli animali anche meno perfetti in luogo del fegato trovasi solo un tessuto glandulare che involge parte dell'intestino. Ma, qualunque sia pure la sua forma, il fegato è uno degli organi più costanti negli animali.

§ 69. La *bile* è un liquido viscoso, appiccaticcio, verdognolo, amarissimo, sempre alcalino e molto analogo al sapone; contiene, sciolto nell'acqua, un sale formato da soda combinata alla *colestrina* (acido grasso di speciale natura), una sostanza colorante, un poco di oleato o margarato di soda, e del muco.

§ 70. Il *sugo pancreatico* ha molta analogia colla saliva tanto per le proprietà fisiche, che per la composizione chimica; e la *glandola pancreatica* (1) che lo produce, somiglia pur essa alle glandole salivali. Questa ha l'aspetto di una massa granulata, suddivisa nell'uomo in molti lobi e loboli secondari, dotata di una tal quale resistenza, bianco-grigia, se non che un po' rossigna, giace trasversalmente fra lo stomaco e la colonna vertebrale (fig. 25); gli acini che la compongono danno origine ciascuno ad un sottile condotto escretore; i quali condotti, riunendosi, formano un canale che s'apre nel duodeno, in vicinanza allo sbocco del tronco che proviene dal fegato.

(1) *Páncreas* vorrebbe dire interamente carnoso (da πᾶν tutto, e κρέας carne), ma nel fatto la sostanza di quest'organo è molto diversa di quella, indicata da quell'antico nome.

§ 71. **Formazione del chilo.** — Si è visto come i moti peristáltici dello stomaco spingano il chimo nel duodeno a traverso l'apertura del piloro; la qual apertura si oppone mediante una valvula al ritorno delle materie nello stomaco. Giunto il chimo nell'intestino vi provoca delle contrazioni analoghe a quelle che già si notarono nello stomaco, e che potrebbero rassomigliarsi alle onde del corpo di un lombrico strisciante sul terreno. Spinto da quei moti vermicolari il chimo si accumula nell'intestino, ed è spinto sempre più innanzi in quel tubo. Nel qual tragitto mischiandosi alla bile ed agli altri umori che va incontrando, muta gradatamente le sue proprietà; si fa giallo ed amaro, perde mano mano la natura acida per diventare alcalino, e certe sostanze alimentari che il sugo gastrico lasciò intatte sciolgonsi poi o nel sugo pancreatico o nel liquido biliare; nel qual modo vengano digerite quasi tutte le sostanze amilacee e le grasse. Mentre compiesi questo lavoro vanno svolgendosi dalla massa alimentare parecchi gas che distendono più o meno l'intestino, e consistono principalmente in acido carbonico ed idrogene, ma contengono talvolta anche dell'azoto. Contemporaneamente le pareti del tubo digestivo assorbono le parti più fluide della massa chimosa, così che ne rimane affatto spoglia verso l'ultimo terzo dell'intestino tenue; e la pasta, formata dal residuo del chimo, dalla bile e dagli altri umori suddetti, fattasi in questa parte del tubo alimentare più consistente e più fosca, passa nell'intestino crasso.

ESPULSIONE DEI RESIDUI DELLA DIGESTIONE.

§ 72. Le materie alimentari che non si tramutarono in chilo, devono essere espulse, e perciò entrano e si ammassano nell'intestino crasso.

L'*intestino crasso* (fig. 24) fa séguito al tenue, ed è facile distinguerlo nel maggior numero de' mammiferi perchè le sue pareti, tra i fasci delle fibbre muscolari, presentano frequenti rigonfiature; esso dividesi in *cieco, cólon* e *retto.* Il cieco (1),

(1) Gli anatomici dissero *cieco* la prima parte dell'intestino crasso, precisamente perchè si prolunga come un sacco chiuso.

posto a destra presso l'osso del fianco, prolungasi, a foggia di sacco chiuso, oltre il punto di sua inserzione coll'intestino tenue, e porta alla estremità un'appendice vermiforme. Alcune pieghe che circondano l'apertura dell'intestino tenue, agendo a guisa di valvola, impediscono che le materie spinte nel cieco possano rifluire nell'ileo e ravviarsi allo stomaco.

Dopo il cieco viene il cólon (1), il quale rimonta verso il fegato, attraversa l'addome immediatamente al disotto di esso viscere, e ridiscende dal lato sinistro avvicinandosi al bacino, dove continua col retto (2) che termina all'ano.

§ 73. I residui della digestione sono spinti mano mano dal cieco al retto, nel quale si accumulano e stanziano per un lasso di tempo, ora maggiore ora minore. Le feci traversando l'intestino crasso induriscono, mutan colore e sviluppano un odore particolare. Nello stesso tempo si svolge dentro questo intestino una quantità più o meno grande di gas, essenzialmente diversa da quella che formasi negli intestini tenui, per ciò che contiene quasi sempre dell'idrogene carbonato, e qualche volta anche un po' di idrogene solforato.

Le fibre carnose che circondano l'ano e formano il *muscolo sfintere* di quell'apertura, sono sempre contratte e quindi si oppongono all'uscita delle materie accumulate nell'intestino crasso. E perchè queste vengano espluse non basta, generalmente parlando, la contrazione delle fibre muscolari che investono l'intestino, ma richiedesi che il diaframma e gli altri muscoli dell'addome comprimano d'accordo ed in quell'intento la massa dei visceri contenuti nella cavità addominale.

§ 74. **Teoria della digestione.** — Riassumendo, vedemmo che la digestione serve essenzialmente a disciogliere le materie alimentari, e che gli agenti chimici per mezzo dei quali ha luogo quella soluzione, variano a seconda la varia natura degli alimenti. Quindi è che una data parte delle sostanze delle quali gli animali si nutrono essendo solubile nell'acqua stemperasi nella saliva, nel sugo gastrico e nelle bevande introdotte nello stomaco senz'altro sussidio di principj attivi speciali; la diastasi animale

(1) Da χωλύω, *io arresto;* così nominato pel lungo soggiorno che fanno tra le sue ripiegature le materie escrementizie.

(2) Ebbe nome dalla sua forma pressochè dritta.

che trovasi nella saliva ha l'attitudine di mutare la fecola in glucosi, e quindi rende solubili parte delle materie amilacee introdotte nello stomaco; la pepsina esistente nei sughi gastrici si comporta analogamente colla fibrina e l'albumina e le liquefa nel sacco dello stomaco: la fecola, che resistendo a tutti questi agenti giunse intatta nell'intestino, si avviene la dentro nel sugo pancreatico dotato di proprietà analoghe a quelle della saliva ed atto a sciogliere le materie amilacee; in ultimo le materie grasse che pur esse si erano sottratte all'azione dissolvente della saliva e dei sughi gastrici, vengono emunte e disciolte dall'álcali contenuto nella bile; mentre hanno luogo queste diverse reazioni le materie per esse disciolte vengono assorbite dalle pareti della cavità dello stomaco e dell'intestino. Qualcuna di quelle sostanze all'atto della loro dissoluzione dentro l'apparato digestivo mutano anche la loro natura chimica; così lo zuccaro di canne cambiasi in glucosi; ma il fenomeno più importante e più generale della digestione consiste nella liquefazione delle materie alimentari.

ASSORBIMENTO DEI PRODOTTI DELLA DIGESTIONE.

§ 75. A chiudere lo studio della digestione ci resta di conoscere in qual modo la materia nutriente, estratta dagli alimenti, passa dal tubo intestinale nella massa del sangue, che da lei deve essere rinnovata.

Qualcuni de' liquidi introdotti nello stomaco vengono assorbiti direttamente dalle vene serpeggianti tra le pareti di quest'organo o dell'intestino tenue; ma la maggior parte della fibrina, e delle materie grasse formanti il chilo segue un'altra via, e penetra in un particolare sistema di condotti destinati a trasportarlo. Questi diconsi vasi *chiliferi* od anche vasi *lattei*, per l'aspetto lattiginoso che assumono quando sono gonfi di chilo, ed appartengono, come lo si è indicato, al sistema de' vasi linfatici (Vedi § 34). Hanno principio dalle boccucce quasi impercettibili che si aprono alla superficie delle villosità della mucosa intestinale, e si raccolgono in rami più o meno grossi, decorrenti fra le due lamine del mesentere; di tratto in tratto traversano de' gangli, detti *gangli mesen-*

térici (fig. 26); infine mettono capo nel condotto torácico, il quale sgorga nella vena *succlavia* del lato sinistro.

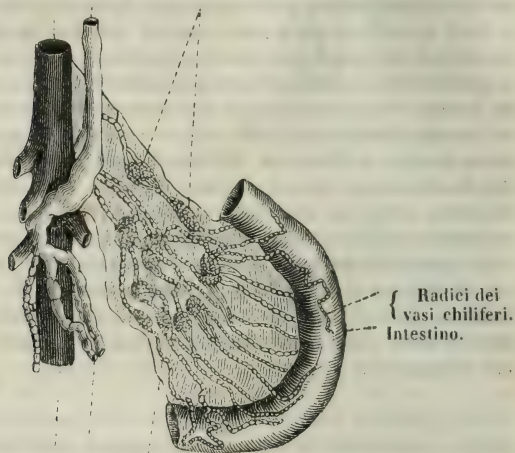



Fig. 26. *Vasi chiliferi.*

§ 76. Se l'animale è digiuno, i vasi linfatici sono pressochè vuoti, invece nel tempo della digestione intestinale si gonfiano pel chilo che assorbono, il quale essendo bianco li fa parere lattiginosi.

Sembra che le villosità, onde trovasi cospersa la mucosa dell'intestino, sieno principalmente destinate ad assorbire il chilo. Appena cominci il fenomeno che lo produce, quei filetti inturgidiscono e si fanno simili a sponghe inzuppate di latte; da essi poi il chilo passa ne' vasi linfatici, ai quali danno origine, e scorre velocemente nel condotto toracico: non è per anco ben nota la causa di quel moto ascendente.

§ 77. **Del Chilo.** — Varia nell'aspetto al variare degli alimenti e degli animali che lo producono. Nell'uomo, ed in quasi tutti i mammiferi, il più spesso è bianco latteo ed ha un odore particolare ed un sapore salso ed alcalino. Esa-

minato al microscopio pare compongasi di un liquido sieroso, nel quale nuotano delle goccioline di grasso e dei globuli circolari. Il chilo proveniente da alimenti privi di grasso è molto meno opaco di quello fornito da sostanze pingui ed oleose; quello degli uccelli è quasi sempre trasparente.

Esaminando il chilo contenuto ne' vasi lattei, in vicinanza alla loro origine, si vede che tra le materie organiche in esso contenute predomina albumina; se invece lo si osservi in un punto più lontano e presso la vena succlavia, lo si trova composto di materie molto diverse, giacchè mano mano s'inoltra in quei vasi linfatici, si carica sempre più di fibrina, la quale lo rende spontaneamente coagulabile come il sangue. In generale nel tempo stesso si fa leggermente roseo, ed acquista la facoltà di arrossare lievemente al contatto coll'aria. Tale è il modo col quale diventa sempre più analogo al sangue, al quale poi si mesce nella vena succlavia.

Per simile processo le materie nutritive, elaborate dalla digestione, vengono assorbite e mischiate al fluido nutriente. Ora a continuare nello studio dei fenomeni della nutrizione ci è d'uopo intrattenerci di questo fluido e del modo col quale si distribuiscono nell'economia le materie organiche in esso versate.

DEL SANGUE.

§ 78. Tutti i liquidi che trovansi negli animali più semplici sono eguali per ogni dove, ed a quanto pare, constano di una maggiore o minor quantità di particelle organizzate sospese nell'acqua; invece gli umori degli animali, ai quali compete un più alto posto nella serie zoologica, differiscono tra loro; ed uno di essi, il *liquido nutriente* od il *sangue*, è specialmente destinato a sovvenire ai bisogni della nutrizione.

Il sangue mantiene la vita negli organi e fornisce i materiali alla loro composizione; quindi deve aversi come la fonte di tutti gli umori che si producono nel corpo, quali, per esempio, la saliva, l'urina, la bile, le lagrime.

§ 79. Esso è di color rosso intenso negli animali analoghi per struttura all'uomo, cioè nei mammiferi, negli uccelli, nei rettili, nei pesci ed anche nel maggior numero dei vermi

della classe degli annelidi. Nelle specie inferiori, invece di essere rosso e denso, è dilavato e scolorito; oppure ora leggiermente gialleggia, o verdeggia, od è roseo od anche violaceo. Siccome per tali circostanze è difficile vederlo, così per lungo tempo si credette che quegli esseri ne fossero privi, e venivano denominati *animali esangui.*

Gli ANIMALI A SANGUE BIANCO o leggermente colorato sono numerosissimi; in essi comprendonsi tutti gli *insetti;* e se schiacciando il capo ad una mosca dal liquido rosso che ne schizza si volesse inferire che esse hanno del sangue rosso, si concluderebbe falsamente, giacchè quello non è sangue ma una materia particolare esistente nei loro occhi. I ragni, i granchi, i gamberi, e tutti gli animali loro affini, che i zoologi dicono *crostacei,* hanno anch'essi il sangue scolorato; come pure le lumache, le ostriche, i vermi intestinali ed in fine tutti i *molluschi* e tutti i *zoofiti.*

§ 80. Sottoponendo al microscopio il sangue di un mammifero, di un uccello, di un pesce, di un animale qualunque a SANGUE ROSSO, vi si notano sempre due parti distinte, cioè un liquido gialliccio e trasparente detto *siero,* dentro il quale nuotano moltissimi corpiccioli tondi, regolari, di color rosso vivo, i quali nominansi i *globuli del sangue.*

§ 81. I GLOBULI DEL SANGUE degli animali conspeciali hanno la stessa forma e presso a poco le stesse dimensioni (1); ma quando si raffrontino i globuli di specie diverse, ponno notarsi sensibili differenze. In generale quelli che spettano ad animali della stessa classe sono molto più affini degli altri che appartengono ad animali di classe diversa, variando i primi nelle dimensioni, ma concordando nelle forme; mentre da classe a classe e variano molto più di volume, e ponno anche mutare di figura.

Fig. 27 (*).

Così i corpuscoli sanguigni dell'uomo (fig. 27) e di quasi tutti gli altri mammiferi, per esempio, il cane,

(1) Prima della nascita dell'animale i globuli del sangue hanno dimensioni, e talvolta anche forme diverse da quelle che poi assumono nel resto della vita. Così quelli del pulcino nell'uovo sono circolari, e si fanno elittici mano mano che progredisce l'incubazione. Dopo la nascita non subiscono più nessun cambiamento.

(*) Fig. 27. Globuli sanguigni dell'uomo, ingranditi quasi quattrocento volte in diametro.

il cavallo, il bue, sono circolari (1), mentre sono elittici negli uccelli, nei rettili, e nei pesci (fig. 28).

I globuli sanguigni sono sempre microscopici e piccolissimi principalmente nei mammiferi. Nell'uomo, nel cane, nel coniglio ed in altre specie, il loro diametro è di circa la centoventicinquesima parte di un millimetro; nella capra di un duocentocinquantesimo.

Fig. 28 (*).

Nel sangue degli uccelli sono più grandi che nei mammiferi, e giungono alle maggiori dimensioni nei rettili; quindi è che nella rana misurano circa un quarantacinquesimo di millimetro in lunghezza ed un sessantacinquesimo in larghezza. L'animale nel quale si conoscono come massimamente sviluppati è il proteo, perchè in esso sono lunghi circa un diciassettesimo di millimetro.

In fine quelli dei pesci trovansi intermedj, in quanto alla grossezza, tra i globuli degli uccelli e quelli dei rettili.

Per quanto spetta la loro forma sono sempre schiacciati, ed offrono nel centro una macchia circondata da un lembo più fosco. Talvolta è difficile riconoscerne la struttura interna, ma quando vengono presi da un animale nel quale abbiano un certo volume, e si sottopongano ad un forte microscopio, si vedono composti di due parti distinte, cioè, di un nocciolo centrale e di un inviluppo vescicolare; quest'ultimo è quasi sempre depresso, e circonda il nocciolo come anello più o meno sottile, sicchè ne risulta un piccolo disco, gonfio nel centro, circondato da un anello di color rosso, e che pare costituito da gelatina facile a dividere, ma elasticissima, mentre il nucleo centrale, di forma sferoide, è scolorato. Però nell'uomo e negli altri mammiferi il centro dei globuli sporge meno del margine, e benchè mal si distingua il nucleo non può supporsi che manchi, esistendo in tutte le altre classi degli animali vertebrati.

(1) Il camello ed il lamas fanno eccezione a questa regola, avendo i globuli del sangue non circolari ma elittici.

(*) Fig. 28. Globuli elittici del sangue di uccelli, rettili e pesci; — *a* globuli del sangue di un pollo, visti di fronte e di profilo; — *b* globuli del sangue di una rana; — *c* globuli di un pesce del genere squalo, ingranditi sulla stessa scala.

Col microscopio non solo si vedono questi globetti rossi, dai quali il sangue riceve quel suo colore particolare, ma, quantunque in molta minore quantità, notansi anche dei corpuscoli incolori, sferici, rassomiglianti ai globuli del chilo; se non è sempre facile discernerli a tutta prima, ciò dipende dall'essere essi mischiati a globuli rossi.

§ 82. Simili corpuscoli trovansi anche negli animali invertebrati a sangue bianco o tinto leggermente, ma differiscono di molto da quelli dei vertebrati essendo che la grossezza loro è facilmente varia anche in uno stesso individuo, e perchè hanno la superficie papillosa e simile al frutto dei lamponi; non è possibile discernere nè il nucleo centrale, nè l'inviluppo esterno di quelle masse generalmente sferiche.

§ 83. **Composizione del sangue.** — La chimica ci insegna come nel sangue si trovino molte e diverse sostanze. Quello degli animali superiori componesi di acqua, di albumina, di fibrina, di una materia colorante rossa contenente del ferro, di altra materia colorante gialla, di parecchie sostanze grasse (la colestrina e la cerebrina, nella quale esiste del fosforo, ecc.), di un gran numero di sali, per esempio d'idroclorato di soda o sale marino, d'idroclorato di potassa, di idroclorato di ammoniaca, di solfato di potassa, di carbonato di soda, di carbonato di calce, di carbonato di magnesia, di fosfato di soda, di calce e di magnesia, di lattati di soda, e di sali alcalini formati da acidi grassi; infine vi si riconosce la presenza del ferro, dell'acido carbonico libero, dell'azoto e dell'ossigene. Per quanto questa complicazione sembri grandissima, pure è minore della realtà, e se si possedessero migliori mezzi analitici vi si scoprirebbero altre sostanze che certo vi esistono, ma in dose troppo scarsa perchè sia possibile al chimico di ritrovarle. Infatti ad accertarsene basta sospendere l'azione di certi organi segreganti liquidi particolari, così, per esempio, l'urina; allora, come vedremo in seguito studiando le secrezioni, quelle materie non venendo più espulse dall'economia per le vie ordinarie, si accumulano nel sangue ed è possibile il ritrovarvele.

Le sostanze testè enumerate nel sangue entrano anche nella composizione di tutte le parti solide e liquide del corpo; l'albumina forma la base di moltissimi tessuti; la fibrina è il principio costituente i muscoli; i sali contenuti nel sangue scontransi o nelle ossa o negli umori. Dal complesso dei quali fatti è forza concludere che i materiali che

devono farsi carne, bile, urina, ecc., preesistono liquidi nel fluido nutriente, e che gli organi destinati ad appropriarseli non gli creano, ma solo gli attingono da esso. Il sangue dunque può dirsi a tutta ragione *carne fluida.*

§ 84. Variano ne' diversi animali le proporzioni delle materie contenute nel sangue. Per l'ordinario in 100 parti di sangue umano si trovano 79 parti d'acqua, 19 di albumina 1 di sale, e sola qualche millesima parte di fibrina e di materia colorante. Nel sangue degli uccelli la proporzione dell'acqua è in generale un po' minore; maggiore invece nel sangue dei rettili e dei pesci: così nella rana vi hanno 88 centesimi d'acqua.

Si notano differenze analoghe quando si raffrontino le quantità relative del siero e dei globuli in animali diversi, e, come si vedrà in séguito, esiste una notevole relazione tra la quantità dei globuli ed il calore emesso degli animali. Gli uccelli, il sangue dei quali è fra tutti ricchissimo in globuli, sono anche gli esseri dotati di più alta temperatura; quello dei mammiferi ne contiene un po' meno (da 7 a 12 centesime parti); nei rettili e nei pesci, detti anche animali a sangue freddo pel poco calore che sviluppano, il peso dei globuli non oltrepassa i cinque o sei centesimi del peso totale del sangue,

Le proporzioni tra gli elementi solidi ed i liquidi variano pur anche negli individui di una stessa specie, anzi più il sangue di uno stesso animale può venire modificato da circostanze particolari. Così è maggiore la quantità dei globuli, e minore la dose dell'acqua nel sangue dell'uomo che non in quello della donna, negli individui dotati di temperamento sanguigno che non nei linfatici.

§ 85. **Coagulabilità del sangue.** — Il sangue nello stato ordinario è sempre fluido, e componesi, come lo si è avvertito, di globuli nuotanti in un liquido. Date però alcune condizioni muta le sue proprietà fisiche; così, quando lo si estragga dai vasi animali che naturalmente lo contengono e venga abbandonato a sè stesso, si trasforma, dopo pochi momenti, in una massa gelatinosa che a poco a poco si separa in due parti, l'una liquida, gialliccia, trasparente, formata di *siero;* l'altra più o meno solida, opaca, rossa, detta *grumo* o *cruore del sangue.*

Questo fenomeno è dovuto alla *fibrina*, la quale nello stato naturale trovasi sciolta nel siero, ma che ha la facoltà di

rapprendersi appena gli manchi l'influsso della vita, e rapprendendosi trascina seco i globuli e gli lega in una massa gelatinosa. Questo fenomeno è analogo a quello che avviene quando si adopera la chiara d'uovo per purgare qualche liquido, nella qual operazione quella sostanza, per effetto del calore, si coagula trascinando seco i corpusculi che intorbidavano la massa. Per accertarsi che la coagulazione del sangue proviene dalla fibrina, basta sbattere questo liquido colle verghe appena cavato dalle vene; ciò facendo, mentre si consolida, la fibrina s'appiccica alle bachette, quindi è facilmente estratta, ed il liquido che resta perde l'attitudine di coagularsi. Sino a questi ultimi tempi si credette che la fibrina fosse contenuta nei globuli e non nel siero, ma è facile convincersi del contrario mediante un semplice esperimento: filtrando del sangue contenente globuli molto voluminosi, come sarebbe quello di una rana, è possibile separarli dal siero prima che si rapprenda; cionnullameno il liquido filtrato e così spogliato di globuli si coagula in un grumo, interamente composto di fibrina, e bianco anzichè rosso, perchè mancante dei globuli dai quali riceve il colore.

§ 86. **Funzioni del sangue.** — Si è detto che il sangue è l'agente speciale della nutrizione, non solo perchè e reintegra gli organi delle continue perdite che fanno, e gli nutre, ma perchè vi eccita l'irritazione indispensabile alla vita. Un esperimento semplicissimo varrà, meglio d'ogni spiegazione, a chiarire l'importanza di questo liquido nell'economia.

§ 87. Fatta ad un animale una copiosa sottrazione san guigna lo si vede illanguidire sempre più, e se l'emorragia è abbondante, presto perde i sentimenti, la respirazione sua si sospende, cessano i moti muscolari ed ogni segno esterno di vita: quando quella perdita venga prolungata, e non s provveda con opportuni sussidj, l'apparenza si fa realtà, e l'a nimale muore irreparabilmente. Se invece si injetti nelle vene di quel simulacro di cadavere un sangue simile a quello che ha perduto, lo si vede con maraviglia ritornare alla vita, e rianimarsi grado grado che entra ne'suoi vasi nuova quantità di sangue: presto riacquista la libertà del respiro, la facilità dei movimenti e tutte le funzioni abituali, e può anche risanare perfettamente.

Quest' operazione, detta *transfusione*, è fra le più sorprendenti che si sieno fatte; e prova in modo indubitabile la molta importanza dei globuli sanguigni sugli organi vi-

venti, perchè, quando vi si proceda con siero spoglio di globuli, non si ottengono effetti maggiori di quelli che si avrebbero adoperando dell'acqua pura, e non s'impedisce la morte, necessaria conseguenza dell'emorragia.

Anche la *fibrina* ha una parte attivissima nell'economia. Magendie dimostrò come injettando nelle vene di un cane del sangue spoglio di fibrina, l'animale cade tosto in sfinimento, e muore dopo qualche giorni con tutti i sintomi che accompagnano qualcune delle febbri dette perniciose.

§ 88. È facile altresì il mostrare l'influenza del sangue nella nutrizione. Quando per mezzo di agenti meccanici si diminuisca, in modo notevole e permanente, la quantità di sangue ricevuta da un organo, questo si impiccolisce a poco a poco, od avvizza, od anche scompare; ed all'opposto è noto come le diverse parti del corpo si sviluppano tanto più quanto più vengono esercitate, cioè quanta è maggiore la copia di sangue che loro affluisce. Tutti sanno come le parti sviluppansi esercitandone i muscoli; perciò nei ballerini ingrossano i muscoli delle gambe e principalmente i polpacci, ed i prestinai e gli altri che esercitano robustamente le braccia, hanno i muscoli di quelle membra sviluppatissimi. Ora affluisce a quegli organi maggior copia di sangue quando contraggonsi che non quando giaciono in riposo, e per quella maggiore affluenza facendovisi più attivo il lavoro di nutrizione essi crescono di volume.

§ 89. Il liquido nutriente, agendo in tal maniera sugli organi coi quali trovasi in contatto, subisce la sua volta tali modificazioni per le quali perde le facoltà vivificanti. Il sangue che va alle diverse parti del corpo è vermiglio, e poichè le ebbe attraversate diviene rosso-cupo, e trovasi inetto a mantenervi la vita. Ma dopo che fu così viziato o, quasi diremmo, logorato, riprende le pristine sue facoltà al contatto dell'aria; pel quale contatto ritorna atto ad eccitare il moto vitale.

Quest'importante cambiamento si effettua mediante il processo della *respirazione*, della quale avremo a dire tra poco.

Il sangue ravvivato dall'aria ed idoneo a mantenere la vita, è detto *sangue arterioso;* e *sangue venoso* quello che avendo già agito sugli organi non può più vivificarli. Quest'ultimo in generale contiene minor quantità di globetti del sangue

arterioso, si coagula più lentamente, e distinguesi più ch'altro pel colore cupo e pel modo col quale agisce sui tessuti viventi.

CIRCOLAZIONE DEL SANGUE.

§ 90. Dal sin qui detto intorno all'ofizio che adempiono i liquidi nutrienti nell'economia animale, ed all'influenza fisiologica della respirazione su questi liquidi, risulta naturale che essi devono circolare continuamente.

Infatti, siccome il sangue porta per ogni dove nel corpo i materiali necessari a nutrirlo, e nel tempo stesso è veicolo di espulsione per le particelle eliminate dai tessuti, egli non può arrestarsi, e deve traversare senza posa tutti gli organi. Aggiungi che in quasi tutti gli animali esistono anche altre circostanze che rendono indispensabile il moto continuo del sangue. Quando l'aria non si spande ovunque nei tessuti, come si spande negli insetti, ma invece funziona dentro organi speciali di respirazione (quali sarebbero i polmoni), è facile argomentare che il liquido, poichè ebbe traversati i tessuti, deve portarsi a quell'apparato di respirazione, onde subirvi l'influenza vivificante dell'aria, prima di riedere ai tessuti.

Ciò avviene infatti, e questo movimento ignorato dagli antichi e scoperto (1619) da Harvey (*), medico del re Carlo I.° d'Inghilterra, è detto dai fisiologici CIRCOLAZIONE DEL SANGUE.

§ 91. **Apparato della circolazione**. — Il sangue degli animali inferiori scorre solo nelle lacune esistenti fra i diversi loro organi o tra le laminette che formano quegli organi. Invece nelle specie superiori, ed in tutte l'altre appena un po' elevate nella serie zoologica, la circolazione ha luogo per entro un apparato molto complesso, composto 1.° di un sistema di tubi che distribuiscono il sangue per

(*) Nella storia della scoperta della circolazione del sangue al nome di Harvey deve associarsi quello di Fra Paolo Sarpi, rimanendo ancor dubbio chi di loro vi abbia principalmente contribuito; in essa meritano pure un posto onorevole i nomi degli altri italiani Fabrizio d'Acquapendente, Realdo Colombo da Cremona, ecc., ecc.

(*Nota dell'Ediz. Ital.*)

ogni punto del corpo; 2.° di un organo speciale destinato a imprimergli il movimento.

Diconsi *vasi sanguigni* i tubi conduttori, e *cuore* l'organo impellente.

Il *cuore* giace nel centro dell'apparato della circolazione, e somiglia ad un sacco carnoso; comunica coi vasi sanguigni, che versano in esso il sangue quando si dilata, e dentro i quali lo schizza contraendosi; il quale meccanismo produce una corrente perenne.

Il cuore esiste in quasi tutti gli animali, e non solo nei mammiferi, negli uccelli, nei rettili e nei pesci, ma anche nelle lumache, nelle ostriche ed in altri molluschi, e nei granchi, nei gamberi, nei ragni, ecc., ecc.

I vasi sanguigni sono di due sorta e diconsi:

1.° *Arterie* quelli che portano il sangue dal cuore a tutte le parti del corpo.

2.° *Vene* gli altri che lo riconducono da tutte le parti del corpo al cuore.

Le arterie, partendo dal cuore, dividendosi in tronchi, poi in rami e ramoscelli, sempre più numerosi e sottili quanto più innoltransi in parti più numerose e lontane.

Le vene, quantunque destinate ad un ofizio contrario (perchè in esse il sangue scorre in senso opposto), pure distribuisconsi nello stesso modo; numerosissime in lontananza dal cuore, vanno mano mano raccogliendosi in canali sempre maggiori, ed infine sboccano nel cuore ridotte od uno o due soli tronchi.

Le estreme diramazioni delle arterie nella sostanza degli organi formano, annettendosi colle radici delle vene, un séguito non interrotto di sottilissimi canaletti dentro i quali scorre il sangue a traverso gli organi (fig. 29); e quei delicatissimi vasellini, mediante i quali

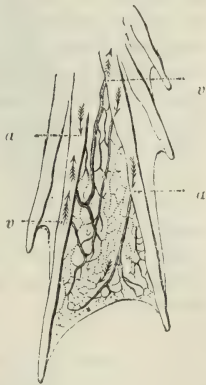



Fig. 29. *Vasi capillari della zampa di una rana* (*).

(*) *a* Arterie; — *v* vene; — le frecce segnano la direzione della corrente sanguigna.

le estremità delle arterie comunicano colle estremità delle vene diconsi *vasi capillari*, appunto perchè sottili come i capegli.

Le vene e le arterie comunicano fra loro, al capo opposto ai vasi capillari, per mezzo della cavità del cuore. Onde ne consegue che *l'apparato vascolare forma un cerchio non interrotto, dentro il quale scorrendo il sangue torna sempre al suo punto di partenza;* lo che giustifica pienamente il nome di *circolazione* dato a questa funzione.

Il cerchio di circolazione può venire paragonato ad un albero il quale abbia il tronco curvato in maniera da connettere gli estremi ramoscelli colle ultime radici. La parte superiore di quel tronco ed i rami maggiori simulerebbero le arterie, e le vene sarebbero rappresentate dalla sua parte inferiore e dalle radici; il cuore si troverebbe al punto di unione delle due metà del tronco così raffigurato.

In tutti gli animali che respirano per un organo speciale, quale sarebbe il polmone, i vasi sanguigni non solo si diramano pei tessuti ch'hanno a nutrire, ma anche nell'organo nel quale il sangue viene sottoposto all'azione dell'aria; in tal modo questo liquido attraversa due ordini diversi di vasi capillari, l'uno che serve alla nutrizione, l'altro alla respirazione. Dicesi *piccola circolazione* quella fatta a traverso l'organo di respirazione, e *grande circolazione* l'altra che si compie in tutto il resto del corpo.

Però nelle diverse classi di animali variano di molto e la via percorsa dal sangue e la struttura dell'apparato di circolazione. Indicheremo in séguito quelle differenze, importandoci prima di far conoscere circostanziatamente quali sieno la forma ed il meccanismo di questo apparato in un animale che poi abbia a servirci come termine di confronto.

DESCRIZIONE DELL'APPARATO DI CIRCOLAZIONE NEGLI ANIMALI SUPERIORI.

§ 92. **Del cuore.** — Il cuore dell'uomo, e degli animali che ci rassomigliano, è posto fra i polmoni, in quella

cavità del petto che gli anatomici dicono *torace* (fig. 3 e 30). Colla estremità sua inferiore dirigesi un po' a sinistra ed all'innanzi, e colla superiore, che dà origine a tutti i vasi i quali s'aprono nel suo interno, attaccasi alle parti che le stanno vicine, quasi nella linea mediana del corpo. Nel resto è affatto libero, e trovasi involto dal *pericardio*, doppio sacco membranoso, l'interna superficie del quale (per ogni punto in contatto con sè stessa) è levigatissima e sempre bagnata

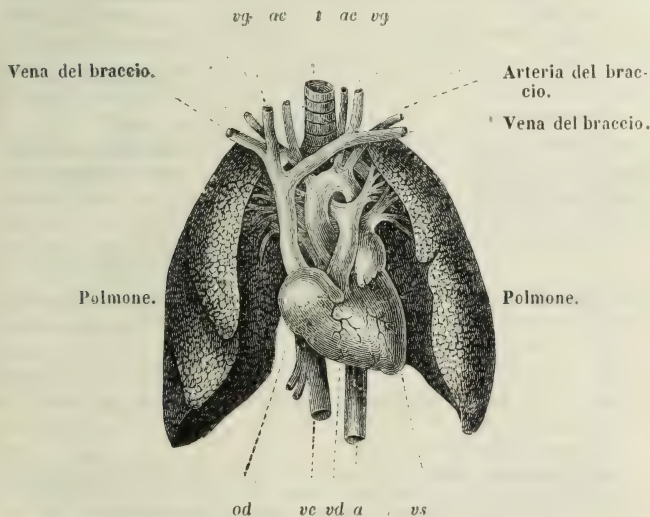



Fig. 30. *Polmoni, cuore e principali vasi dell'uomo* (*).

(*) *od*; *vd*, Orecchietta destra e ventricolo destro; — *vs* ventricolo sinistro; — *a* arteria aorta, — *ac*, *ac* arterie carotidi; — *vc* vena cava inferiore; — *vg* vene giugulari o del collo; — *t* trachea.

da un liquido acqueo. Disposizione opportunissima ad agevolare i movimenti dell'organo in esso ricettato (1).

Il cuore, che il più spesso ha la figura di un cono (fig. 30), o di una piramide irregolare e capovolta, è grosso come un pugno, e pressochè tutto carnoso; anzi è un muscolo internamente vuoto, il quale, tanto negli uccelli come nei mammiferi, si riparte in quattro camere distinte. Un gran tramezzo verticale ne divide la cavità in due parti, ciascuna suddivisa pel traverso in due altre camere sovrapposte l'una all'altra, dette l'una *ventricolo* e l'altra *orecchietta* (fig. 31 e 34).

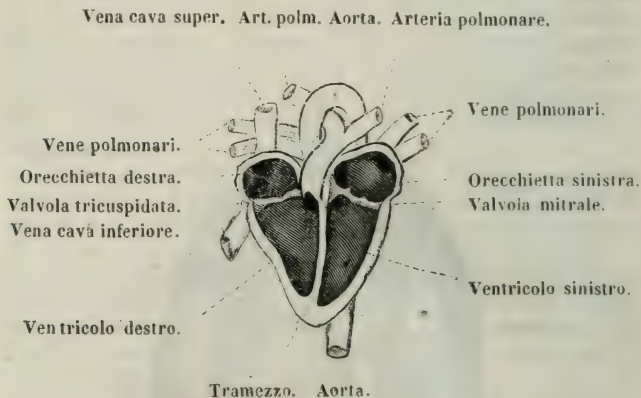



Fig. 31. *Spaccato teorico del cuore umano.*

(1) Il pericárdio come il peritonéo, del quale si è già fatta parola, è una delle tuniche che gli anatomici dicono *sierose*, e merita si rifletta sulla loro disposizione. Esse hanno sempre la figura di un sacco, l'interna superficie del quale è molto liscia, costantemente bagnata, ed ovunque a contatto con sè stessa; l'una metà di quel sacco aderisce, mediante l'esterna superficie, alle pareti della cavità contenente il viscere, l'altra circonda il viscere stesso, e vi è attaccata sempre per la parete esterna. Infine, per servirci di un paragone opportunissimo quantunque triviale, queste tonache somigliano ad una berretta da notte, la quale circondasse i visceri al modo stesso con cui inviluppa la testa, e che colla metà esterna si attaccasse alle pareti di una cavità in cui fossero racchiuse e la berretta e la testa. Queste membrane sono destinate a diminuire l'attrito delle parti, e perciò ad agevolarne i movimenti; ve ne hanno di analoghe ovunque gli organi sfregansi continuamente o con forza, come sarebbe alle giunture delle ossa delle membra, attorno i polmoni e gli intestini, ecc., ecc.

I due *ventricoli*, o le cavità inferiori del cuore, non comunicano fra loro, ma ciascuno s'apre nell'orecchietta sovrapposta mediante un largo orifizio, detto *auricolo-ventricolare*. Le cavità poste a sinistra contengono il sangue arterioso, e quelle a destra il sangue venoso. Notisi che le pareti dei ventricoli sono molto più robuste di quelle delle orecchiette, ed è facile rendersi ragione di questa differenza riflettendo che le orecchiette devono solo trasmettere il sangue ai ventricoli loro sottoposti, mentre questi ultimi hanno a spingerlo ben oltre, cioè od ai polmoni, od alle parti del corpo più lontane. Inoltre il ventricolo sinistro è più robusto del ventricolo destro, perchè diversa è la lunghezza del getto che deve conseguire dalle loro contrazioni; quello inviando il sangue ai polmoni posti non troppo lontani dal cuore, questo dovendo spingerlo per tutto il resto del corpo e sino ai punti più lontani.

§ 93. **Vasi sanguigni.** — Tutti i vasi nei quali circola il sangue comunicano col cuore per mezzo di un piccolo numero di grossi tronchi; che vedemmo già come si distinguano in arterie ed in vene, secondo che destinati a portare il sangue dal cuore agli organi od a ricondurlo dai diversi organi al cuore.

E le arterie e le vene sono formate interiormente da una membrana sottile e levigata, che è un prolungamento della tunica interna del cuore, ed ha molta analogia colle membrane dette sierose dagli anatomici. Nelle arterie a questa tunica *interna* sovrapponesi una tunica *media*, maniera di grossa guaína, gialliccia e molto elastica, composta di fibre di speciale natura, disposte circolarmente. Ambedue poi sono racchiuse in una terza tunica *esterna*, o la *cellulosa*, formata da un tessuto cellulare denso e serrato. Nelle vene non distinguesi la tunica *media* od *elastica*, e la membrana interna è involta in un sottile tessuto di fibre longitudinali molli e cedevoli; quindi è che le proprietà di questi due ordini di vasi sono diversissime. Le vene avendo le pareti sottili e molli avvizziscono quando il sangue non le distenda, e si cicatrizzano facilmente se vengono aperte. Le arterie invece, dotate di pareti più solide, conservano il loro calibro, quantunque vuote, come può osservarsi nei cadaveri; quando poi vengono incise, i lembi della ferita, per l'elasticità delle fibre della tunica media, tendono ad allontanarsi, e ne impediscono la perfetta cicatrizzazione; quindi per

arrestare il sangue che sgorga dall'apertura di una vena, basta tenere per qualche tempo a contatto i lembi della ferita, mentre per chiudere un'arteria o bisogna legarla o saldare il condotto mediante la compressione.

§ 94. **Sistema arterioso**. — I vasi destinati a distribuire il sangue arterioso in tutti gli organi nascono da un solo tronco detto l'*arteria aorta* (fig. 32), il quale parte dal ventricolo sinistro del cuore. Questa grossa arteria s'innalza prima verso la base del collo, poi curvasi all'ingiù, passa dietro il cuore, e discende verticalmente lungo e sopra la spina dorsale, sino al basso del ventre. Percorrendo questa via getta moltissime diramazioni, tra le quali notansi come principali le due *arterie carotidi*, che salendo ai lati del collo portano il sangue alla testa; le due arterie dei membri superiori che prendono successivamente i nomi di arterie *succlavie*, *ascellari* e *brachiali*, secondo che passano sotto le clavicole o traverso il vano delle ascelle, o discendono lungo le braccia; l'*arteria celiaca*, che portasi allo stomaco, al fegato ed alla *milza*; le *arterie mesenteriche*, le quali spandonsi negli intestini; le *renali*, che penetrano nei reni, ed infine le *iliache*, le quali biforcandosi terminano l'aorta, e portano il sangue alle membra inferiori.

§ 95. **Sistema venoso.** — Le VENE le quali, come si è visto, comunicano per mezzo dei vasi capillari cogli estremi ramuscoli delle arterie e ricevono il sangue dopo che inaffiò tutte le parti del corpo, seguono presso a poco la stessa via trascorsa dall'arterie, ma sono più grosse, più numerose ed in generale trovansi più presso alla superficie del corpo. La maggior parte di esse decorre sotto la pelle, altre camminano parallele alle arterie, ed infine si raccolgono tutte in due grossi tronchi che metton capo nell'orecchietta sinistra, e portano i nomi di *vena cava superiore* e *vena cava inferiore* (fig. 30).

Le vene degli intestini presentano nel loro tragitto una circostanza notevole; il tronco comune nel quale si raccolgono, penetra nella sostanza del fegato, e vi si ramifica; sì che il sangue di quegli organi non torna al cuore se non dopo aver circolato in un particolare sistema di capillari contenuti nel fegato, ed i quali danno origine ad altri vasi che sboccano poi nella vena cava inferiore. Questa parte dell'apparato venoso è detta anche *sistema della vena porta*.

§ 96. **Piccola circolazione**. — Il sangue venoso.

proveniente da ogni punto del corpo, sgorga dalle vène cave nell'orecchietta destra del cuore, e di là, passando pel sottoposto ventricolo, corre ai polmoni.

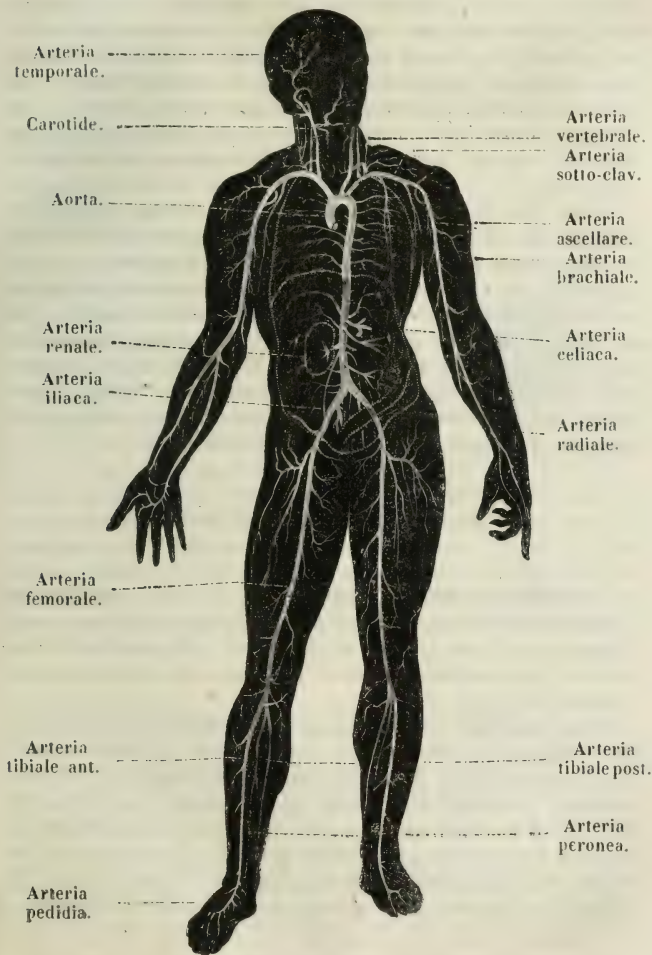



Fig. 32. *Sistema arterioso dell'uomo.*

Dicesi *arteria polmonare* (fig. 30 e 31) il vaso che dal cuore conduce il sangue venoso ai polmoni; essa nasce dalla parte superiore e sinistra del ventricolo destro, sale a fianco dell'aorta, presto dividesi in due tronchi che divergono quasi trasversalmente l'uno dall'altro, e vanno a diramarsi nei polmoni; il tronco dritto passa dietro l'aorta e la vena cava superiore, il sinistro corre avanti e superiormente all'arco dell'aorta; questo prima di giungere ai polmoni suddividesi in tre rami, l'altro in due, ed ambedue poi spandono gli estremi loro ramuscoli sulle pareti delle cellule polmonari.

§ 97. Ora le *vene polmonari* nascono nella sostanza dei polmoni da quelle ultime suddivisioni capillari delle arterie, e si riuniscono in rami maggiori, poi in branche, seguendo la stessa via percorsa dalle arterie polmonari: in ultimo raccolgonsi in quattro tronchi, che si distaccano a due a due da ciascun polmone per portarsi all'orecchietta sinistra del cuore e versarvi il sangue, mutato in arterioso dal contatto dell'aria dentro l'organo della respirazione. Infine l'orecchietta sinistra comunica col ventricolo sinistro, dal quale, come lo si è avvertito, nasce l'arteria aorta.

MECCANISMO DELLA CIRCOLAZIONE.

§ 98. **Dei moti del cuore.** — È facile comprendere il meccanismo pel quale il sangue movesi per entro quei vasi. Notammo già come le cavità del cuore, alternamente stringendosi e dilatandosi, spingono il sangue nei canali che prolungansi da esse.

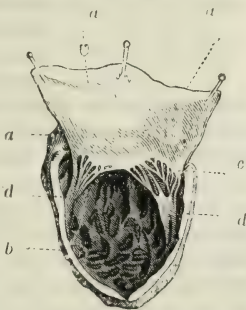
I due ventricoli si stringono contemporaneamente, e quando poi allentano le loro pareti, contraggonsi la loro volta le orecchiette. I moti di contrazione, detti di *sistole* (1), ed i contrari, chiamati di *diastole* (2), rinnovansi con molta frequenza; nell'uomo adulto se ne contano ordinariamente da 60 a 65 per minuto; il qual numero si fa un po' minore nei vecchi, e nei fanciulli ammonta in generale sino a 120. Parecchie circostanze però ponno influire sulla frequenza e

(1) Συστολή, da συστέλλω, io chiudo.
(2) Da διαστέλλω, dilato.

la forza dei battiti del cuore, i quali sono accelerati dal moto, dalle emozioni e da parecchie malattie, o rallentati di molto, ed anche momentaneamente sospesi, nello svenimento e nella sincope.

§ 99. **Trapasso del sangue nelle cavità del cuore.** — L'orecchietta sinistra riceve, come fu detto, il sangue dai polmoni, e comunica da una parte colle vene polmonari, dall'altra col ventricolo sinistro; quand'essa si contrae lo sforzerebbe ad uscire per una di quelle due aperture, e siccome in quell'istante si dilata anche il ventricolo, quasi tutto il sangue sgorga dentro esso e pochissimo ritorna alle vene polmonari.

Fig. 33. *Sezione del cuore* (*).

Ma appena giuntovi è cacciato anche dal ventricolo sinistro, perchè si contrae esso pure; e siccome attorno all'orifizio, per mezzo del quale il ventricolo comunica coll'orecchietta, decorre una piega membranacea (fig. 33 e 34) disposta in modo da cedere se compressa dall'alto in basso, ma che invece distendesi quando la pressione si eserciti in senso contrario (1), avviene che il sangue non può più ripassare per l'orifizio auricolo-ventricolare, e gli è forza entrare nell'arteria aorta. Le contrazioni del ventricolo succedonsi con molta celerità, e continuamente alle onde cacciate da quella camera succedono nuove onde di sangue, le

(*) Spaccato del cuore pel quale s'indica la disposizione delle valvole che separano le orecchiette dai ventricoli; — *a* una delle orecchiette aperta e distesa; — *b* cavità del ventricolo, le pareti del quale sono fornite di moltissime colonne muscolari disposte irregolarmente, e che quasi raffigurano delle cellule; — *c* le valvole, aderenti pel lembo esterno agli orli dall'orifizo auricolo-ventricolare; dal lembo libero si vedono partire moltissimi tendinetti (*d*) provenienti dalle colonne carnose, le quali col capo inferiore si attaccano alle pareti del ventricolo.

(1) È detta *valvola mitrale* per la forma delle due linguette che ne formano i lembi liberi. Il meccanismo mediante il quale chiudesi l'apertura auricolo-ventricolare, è semplicissimo; dai lembi liberi della valvola partono alcuni freni muscolari, attaccati inferiormente alle pareti del ventricolo, i quali se impediscono ai lembi di ripiegarsi nell'orecchietta non ostano però a che si abbassino nel ventricolo.

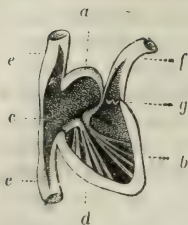



Fig. 34. *Altra sezione del cuore* (*).

quali vengono sempre spinte verso le estremità capillari del sistema arterioso esistendo anche all'imboccatura dell'aorta delle *valvule* (1) disposte in modo da impedirne il riflusso al cuore.

§ 100. **Circolazione del sangue nelle arterie.** — Dal sin qui detto potrebbe indursi che il sangue scorre nelle arterie con onde intermittenti, prodotte ciascuna dalle contrazioni del ventricolo sinistro ed interrotte per la sua dilatazione. Nel fatto però le cose avvengono in modo diverso, e quando s'incide l'arteria di un animale vivente il sangue sprizza da essa con getto continuo, più forte è vero all'atto delle contrazioni del cuore, ma non mai interrotto. Il che è dovuto all'azione che esercitano sulla massa del sangue le pareti delle arterie, le quali, essendo elasticissime, cedono, come molle, alla pressione di ogni onda sanguigna projettata dal ventricolo nell'aorta, ma tosto dopo, onde riprendere il calibro loro naturale, comprimono e quindi adeguano quella massa di liquido.

Per mostrare quest'influenza delle pareti arteriose sul corso del sangue, basta scoprire in un animale vivo una grossa arteria, e, poichè se ne intercettò una porzione tra due solide legature, aprir una breve ferita nella parte così intercetta. Quantunque in questo modo siasi sottratto alle spinte del cuore tutto il sangue che trovasi tra le due legature, pure esso sgorgherà con lungo getto; il tronco dell'arteria intercluso si vuoterà per la sola compressione delle

(1) Queste valvule (fig. 34, *g*), in numero di tre, sono formate dalle pieghe della membrana interna dell'arteria, e per la loro forma si dicono *valvule semilunari;* esse sono costrutte in modo analogo alle valvule delle vene, delle quali si dirà innanzi. Quando il sangue è spinto dal cuore nelle arterie le valvule rialzansi e si appoggiano alle pareti arteriose; ma se il sangue tende a ritornare verso il ventricolo all'atto che questo cessa dalla contrazione, lo stesso peso del liquido le distende, ed esse toccandosi coi lembi liberi gli chiudono il passo.

(*) Figura teorica dell'interno del cuore, la quale mostra il meccanismo delle valvule; — *a* orecchietta che riceve le vene (*e*, *e*); — *b* il ventricolo, che è diviso dall'orecchietta per mezzo delle valvule (*c*); — *d* briglie muscolari delle valvule; — *f* arteria che parte dal ventricolo; — *g* valvule situate all'orificio di quel condotto.

pareti, e quel tratto del condotto che si prolunga oltre la legatura, scemerà di calibro trasfondendo nelle vene quasi tutto il suo sangue.

Dunque *il moto intermittente, impresso al sangue dalle contrazioni del cuore, si trasmuta in moto continuo per l'elasticità delle arterie.* Le spinte d'intermittenza provocate dalle contrazioni sono tuttora sensibili nei grossi tronchi, ma cessano nei capillari ed anche nelle minori diramazioni delle arterie, nelle quali il sangue scorre per la soia compressione delle pareti elastiche.

§ 101. Dunque le contrazioni del cuore servono a riempiere continuamente di sangue le grosse arterie e, per così dire, a tendere le molle rappresentate dalle pareti di quei vasi, le quali pareti sono destinate a sospingere senza interruzione questo liquido per entro le vene.

Le cavità sinistre del cuore fanno l'oficio di una doppia tromba premente (fig. 35), disposta in modo che i due stantuffi movendosi alternamente, caccino il liquido dal primo corpo di tromba (*a*) nel secondo (*b*), dal quale non può rifluire, e dal secondo sia spinto poi nel condotto (*f*) che rappresenta il sistema arterioso.

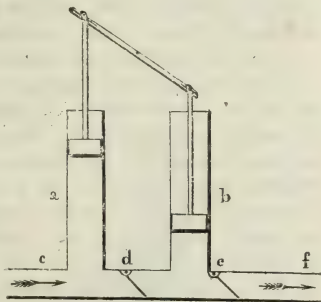



Fig. 35 (*).

§ 102. Il fenomeno conosciuto col nome di *polso* consegue dalla pressione esercitata dal sangue, ad ogni contrazione del cuore, sulle pareti delle arterie. Dalla frequenza e dalla forza di quelle pulsazioni ponno conoscersi le battute del cuore, e trarsene induzioni utili alla medicina. I polsi non sono sensibili dappertutto, e per distinguerli bisogna comprimere

(*) *a* Corpo di tromba che rappresenta l'orecchietta e riceve il liquido dal canale (*c*); — *b* corpo di tromba analogo al ventricolo; — *d* canale di comunicazione che raffigura l'orifizio auricolo ventricolare ed è munito di una valvola che lascia libero il trapasso dei liquidi da *a* in *b*, ma si oppone al loro riflusso; — *e* valvola situata all'opposto orifizio della tromba *b*, figurante le valvole sigmoidi dell'arteria aorta, e che funziona come la precedente; — *f* canale che rappresenterebbe l'aorta.

tra il dito ed un piano resistente, quale sarebbe un osso, un'arteria di certa grossezza, la quale, come l'arteria radiale posta vicino alla giuntura della mano (fig. 32), non scorra troppo profondamente.

§ 103. Quantunque il sangue venga spinto in ogni parte del sistema arterioso da un'unica forza impellente, pure non giunge a tutti gli organi colla stessa velocità; e prima, ma non unica causa di questa differenza, è la diversa loro distanza dal cuore.

Alcuni di quei canali camminano quasi in linea retta; altri serpeggiano descrivendo flessuosità più o meno numerose e ricurve, ed ogni volta che la corrente del sangue s'imbatte in una di quelle anse, urtandone le pareti perde di forza e si rallenta in proporzione.

La fisica c'insegna come, a condizioni pari, la rapidità di un volume determinato di liquido scorrente per un sistema di canali non capillari, diminuisce tanto più quanto essi si fanno più capaci; per questa legge l'acqua di un fiume si rallenta appena giunga in più largo letto. E l'osservazione ci dimostra come la somma delle capacità dei diversi rami nei quali suddividesi un tronco arterioso supera, sempre la capacità del tronco da cui derivano; perciò quanto più un'arteria si suddivide prima di penetrare nella sostanza di un organo, il sangue giunge in esso tanto più lento e tranquillo; e l'economia animale offre in questo proposito esempi svariatissimi. Ora le arterie arrivano agli organi divise e suddivise in moltissimi rami, ora il tronco arterioso vi entra in tutta la sua grossezza, e non si scomparte se non dopo giunto là dentro. Le circostanze adatte a moderare l'impeto della corrente del sangue occorrono principalmente in quelle arterie le quali portano il liquido agli organi più dilicatamente contesti, e destinati ai più importanti ufizj, così, per esempio, nel cervello.

Del resto provvida la natura non si arrestò a queste sole precauzioni per fornire ad ogni parte del corpo quella misura di sangue che gli è necessaria. Un'arteria potrebbe otturarsi in un dato punto, o per compressione o per qualsivoglia altra evenienza, ed allora venendo impedita al sangue la via di giungere all'organo cui è destinato, questo deperirebbe inevitabilmente: ma ciò non può accadere, giacchè per le frequenti anastomosi ogni arteria, impeditole di ricevere il sangue dal cuore, lo riceve dalle arterie vicine.

§ 104. **Corso del sangue venoso.** — Si è visto come il sangue passi dalle arterie nelle vene a traverso i capillari, ed il torrente venoso progredisce per effetto della spinta che il sangue ricevette in quei primi vasi; così che tutto il giro della grande circolazione dipende dalle contrazioni del ventricolo sinistro del cuore e dalla pressione esercitata dalle pareti arteriose.

Se infatti s'intercetta in un'arteria il corso del sangue, e si apre la vena corrispondente, quest'ultima continuerà a dar sangue sino a che l'arteria, comprimendosi, non avrà espulso tutto il liquido che in essa era contenuto; ma l'emorragia cesserà prima che la vena si sia vuotata, poi il getto sanguinoso tornerà a riprodursi appena venga ripristinata la circolazione arteriosa.

Meritano pure d'essere ricordate altre circostanze le quali soccorrono a questo movimento. La tunica interna delle vene delle membra, e di altre parti del corpo (fig. 36, *a*), ha molte ripiegature o *valvole*, (*b*) le quali lasciano libero il passo al sangue che le incontra scorrendo dalle estremità al cuore, ma gli chiudono il cammino se dal cuore tende a rifluire alle estremità. E quest'apparato non solo gli impedisce il ritorno ai capillari, ma gli agevola la via al cuore; giacchè il sangue ch'è spinto all'innanzi ogni volta che la vena si trova compressa dalle parti vicine, cessata la compressione, non può indietreggiare, e viene surrogato da nuova quantità di liquido proveniente dalla parte inferiore della stessa vena. — *Ogni compressione intermittente dei vasi venosi contribuisce a restituire il sangue al cuore.*

Fig. 36. *Spaccato di una vena.*

§ 105. Cadauna volta che il petto, respirando, si allarga, il sangue viene aspirato come da una tromba, quindi anche le respirazioni sussidiano l'affluenza del sangue venoso nelle cavità del cuore (1).

(1) Per lo contrario i moti di espirazione arrestano momentaneamente

Cionullostante il sangue scorre molto meno rapido nelle vene che nelle arterie, e la natura moltiplicò i provedimenti opportuni a che possa giungere al cuore anche quando venga ad ostruirsi qualche condotto venoso, destinando spesso parecchie vene al medesimo ofizio, e mettendole in comunicazione con frequenti anastomosi.

§ 106. **Il sangue traversa le cavità del lato destro del cuore** nel modo stesso che lo abbiamo veduto passare dall'orecchietta sinistra al ventricolo corrispondente.

Quando l'orecchietta destra si distende, esso vi affluisce dalle due vene cave; e quando poi si contrae, la maggior copia del liquido discende nel ventricolo, esistendo all'orifizio di quei due condotti una valvula destinata ad impedirne il riflusso nella cava inferiore; inoltre discende nella cavità ventricolare piuttosto che risalire nella vena cava superiore essendovi tratto dalla naturale sua gravitazione.

L'orifizio pel quale il ventricolo destro si apre nella conseguente orecchietta (fig. 34) è munito di una valvola (1) simile a quella descritta nel ventricolo sinistro. Quand'esso ventricolo si contrae il sangue facilmente solleva le altre valvole situate all'orifizio che immette nell'arteria polmonare (fig. 34, *g*), le quali valvole gli impediscono poi il ritorno al cuore.

In fine il sangue passa dalle arterie polmonari nelle vene dello stesso nome attraverso i capillari dei polmoni, poi rientra nell' orecchietta sinistra avendo così descritto un circolo analogo a quello che lo abbiam visto percorrere entro i condotti della grande circolazione.

il corso del sangue nelle grosse vene, e lo accelerano nelle arterie che partono dal cuore, le quali in quell'atto rimangono compresse.

Per questi due fenomeni si gonfiano alcune vene, e principalmente (quando si faccia una forte espirazione) quelle della testa e del collo. La quale turgescenza è così forte nell'interno del cranio che ad ogni moto respiratorio i vasi posti sotto la base del cervello sollevano quel viscere, e quasi gli imprimono un moto di pulsazione.

(1) Detta *valvola tricuspidata*, perchè divisa in tre parti triangolari, ma nel resto identica alla mitrale accennata alla nota del § 6).

CIRCOLAZIONE SANGUIGNA NEI DIVERSI ANIMALI.

§ 107. **Mammiferi ed Uccelli.** — La circolazione è eguale tanto nell'uomo che nei mammiferi e negli uccelli, avendo tutti il cuore (fig. 37) esattamente bipartito, e suddiviso in due orecchiette e due ventricoli. Il sangue arterioso, che riempie le cavità poste a sinistra, passa dal ventricolo nell'aorta, e sue dipendenze; il sistema arterioso lo distribuisce in tutte le parti del corpo, dove traversa i capillari e si tramuta in sangue venoso. Le vene della grande circolazione ricevutolo dai capillari lo trasportano nell'orecchietta destra del cuore, la quale lo versa nel ventricolo destro, da dove è spinto nell'arteria polmonare. Giunto per queste vie ai polmoni, ed attraversando i capillari che formano la parte estrema delle arterie polmonari, da venoso ritorna arterioso pel contatto dell'aria, e così ravvivato passa nelle vene degli stessi organi, che lo versano nell'orec-

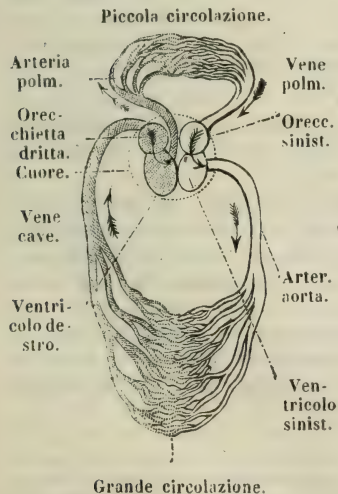



Fig. 37. *Mammiferi ed Uccelli.* Fig. 38. *Rettili.*

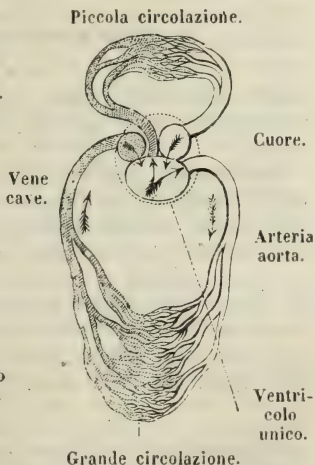
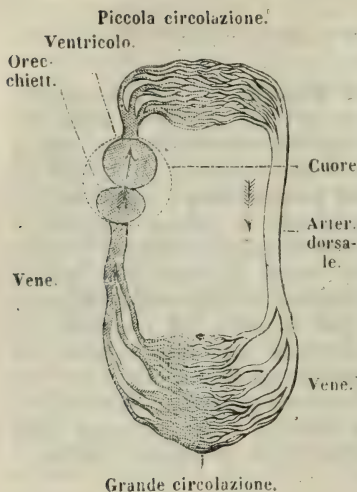



Fig. 39. *Pesci.*

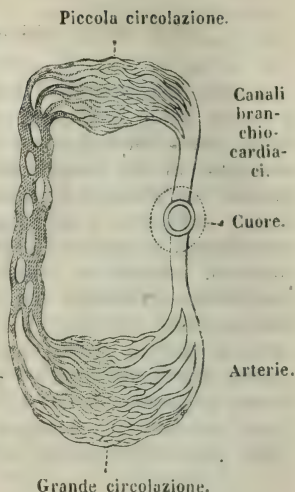



Fig. 40. *Crostácei.*

Figure teoriche della circolazione (1).

chietta sinistra del cuore, la quale lo spinge nel ventricolo sinistro, da dove esce di nuovo per ripetere il giro descritto.

Percorrendo quel suo circolo il sangue dei mammiferi e degli uccelli passa dunque due volte nel cuore, e traversa due sistemi di vasi capillari, l'uno dei quali serve alla nutrizione del corpo, l'altro alla respirazione; quindi è che si dicono animali *a circolazione doppia*. Notisi inoltre che in queste due classi *la circolazione è piena*, cioè che in esse tutto il sangue venoso è condotto all'apparato respiratorio e tramutato in sangue arterioso, prima di essere ricondotto agli organi che deve nutrire.

(1) Le parti in ombra indicano il cammino percorso dal sangue venoso, e quelle a solo contorno i vasi arteriosi; il cerchio punteggiato rappresenta il cuore; le freccie accennano la direzione della corrente sanguigna, che è sempre la stessa in tutte queste figure.

La circolazione si compie in modo diverso antecedentemente alla nascita, e prima che i polmoni siano stati distesi dall'aria; esistendo allora un orifizio mediante il quale l'orecchietta dritta comunica colla sinistra, ed uno o più vasi immediatamente diretti dal ventricolo destro all'arteria aorta, ne avviene che il sangue, proveniente dalle varie parti del corpo, può avviarsi a quell'arteria senza attraversare il sistema polmonare. Tosto però che il neonato comincia a respirare, quelle comunicazioni tra i vasi venosi e gli arteriosi si chiudono, indi scompajono, e la circolazione si effettua nel modo sopraindicato.

§ 108. **Rettili.** — Nella classe dei rettili la circolazione non è piena come nei mammiferi e negli uccelli, ed una parte più o meno grande del sangue venoso si mesce all'arterioso prima d'essere condotto ai polmoni; quindi il liquido nutritivo torna meno efficace a ravvivare gli organi. In generale questa mischianza succede nel cuore che è provveduto di sole tre cavità, cioè di due orecchiette e di un ventricolo (fig. 38). Il sangue venoso, affluente da ogni parte del corpo, è versato dall'orecchietta destra nell'unico ventricolo, il quale riceve altresì il sangue arterioso proveniente dai polmoni o contenuto nell'orecchietta sinistra; parte di questa miscela dei due sangue è rimandata ai polmoni, le arterie ne distribuiscono il resto agli organi. Tale disposizione ha una certa somiglianza con quanto si vide nei mammiferi e negli uccelli non per anco nati e nei quali le due metà del cuore communicano fra loro.

Il tragitto dei vasi sanguigni differisce per poco da quello descritto nei mammiferi. Solo è a notarsi che dal cuore partono due aorte, le quali, dopo essersi curvate l'una a sinistra, come nei mammiferi, l'altra a destra, si riuniscono in un tronco comune (fig. 41).

La circolazione di alcuni rettili, per esempio, dei coccodrilli, presenta inoltre altre differenze, le quali descriveremo là dove si parlerà in modo speciale di essi animali.

§ 109. **Pesci.** — L'apparato di circolazione dei pesci è anche più semplice. Hanno il cuore diviso in sole due cavità, cioè in un'orecchietta ed in un ventricolo, e siccome esso riceve soltanto il sangue venoso, quindi, in quanto alle funzioni, rappresenta la sola parte destra del cuore degli animali superiori. Il sangue che parte dal cuore è trasmesso all'apparato respiratorio, da dove, poichè si ravvivò al contatto dell'aria,

passa direttamente nei vasi arteriosi che lo diffondono per ogni dove. In ultimo, dopo che servì a nutrire gli organi,

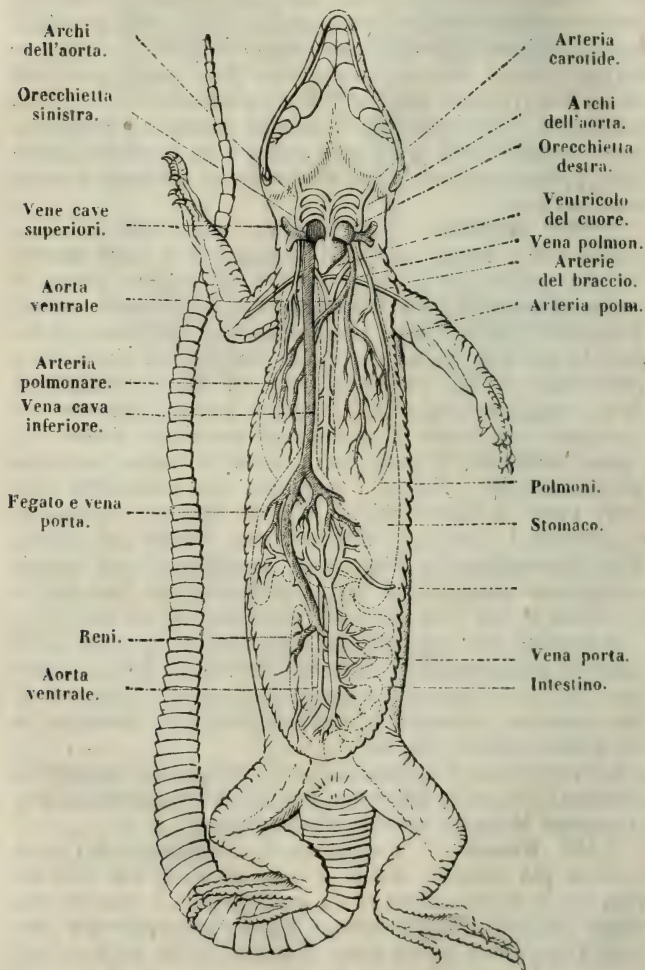



Fig. 41. *Apparato di circolazione di una lucerta.*

vien ricondotto dalle vene all'orecchietta del cuore, la quale lo sgorga nel ventricolo, che lo rinvia all'apparato della respirazione (fig. 42).

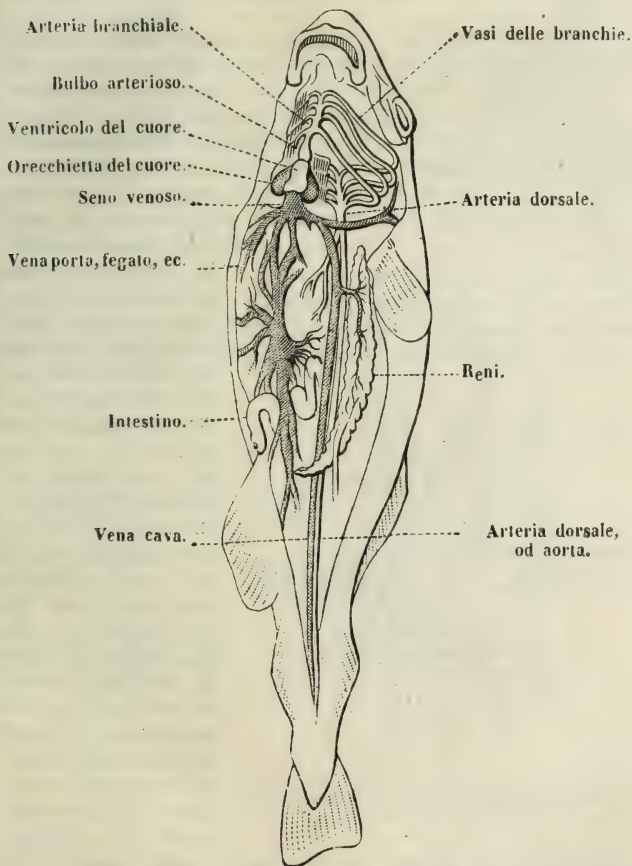



Fig. 42. *Apparato della circolazione di un pesce.*

Così il liquido nutriente, circolando nei pesci, traversa un'unica volta il cuore, nello stato di sangue venoso. Ma questa circolazione è tuttora doppia e piena perchè passa per due sistemi di vasi capillari, e tutto il sangue venoso si trasmuta in arterioso prima di riedere agli organi (fig. 39, § 107).

§ 110. **Molluschi.** — In quasi tutti i molluschi la circolazione si compie in modo presso a poco analogo a quello dei pesci, colla differenza però che il cuore è *aortico* e non *polmonare*, cioè che si trova sulla via percorsa dal sangue, il quale dall'apparato di respirazione si distribuisce alle varie parti del corpo, e che il sistema delle vene è più o meno deficiente. E quel loro cuore si compone il più spesso di un ventricolo (fig. 43 *a*), che dà origine alle arterie (*b*), e di una o due orecchiette (*c*) communicanti coi vasi (*d*) che portano il sangue arterioso nell' apparato della respirazione (*e*), nel quale apparato arrivò direttamente per mezzo di vene ora più, ora meno interrotte (*f*); così avviene nelle lumache, nell' ostriche, ed in tutti i molluschi spettanti alle classi dei gasteropodi, e degli acefali. In altri in vece non esistono le orecchiette ma solo certe maniere di cuori venosi, affatto diversi dai ventricoli aortici, e posti alla base degli organi della respirazione; tale è la struttura dei polpi, delle seppie e di altri cefalopodi. In ogni modo però il sangue arterioso di questi animali traversa il cuore, indi si sparge in tutto il corpo; ma in quest'ultima parte del suo cammino, il succo

Fig. 43. *Apparato della circolazione di un mollusco* (la Doris).

nutritivo non è sempre contenuto in vasi propriamente detti; talvolta le vene mancano affatto, e vi suppliscono le lacune o spazii che esistono negli organi destinati a quell'uopo; altre volte esistono delle vene in alcune parti del corpo, mentre in altre parti i condotti venosi mancano di pareti proprie e non sono che lacune inter-organiche, o grandi cavità, quale, ad esempio, la grande cavità addominale. Infine poichè il sangue ebbe subíta l'influenza dell'aria, ritorna al cuore per ricominciare lo stesso giro.

§ 111. **Crostacei.** — Il sangue dei gamberi, dei granchi e degli altri crostacei percorre la stessa via accennata nei molluschi; ma il cuore destinato a distribuirlo pel corpo si compone di un unico ventricolo (fig. 40), ed a tutte le vene supplisce una delle cavità irregolari, che non hanno forma di vasi, od, in vicinanza alle branchie, dei serbatoi detti *seni venosi* (fig. 44). Dopo che il sangue venoso bagnò tutti gli organi, vien raccolto da alcuni tubi che lo portano dalle branchie al cuore. La quale circolazione è per conseguenza semi-vascolare e semi-lacunosa.

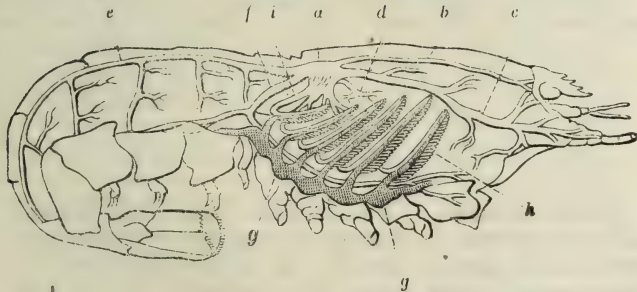



Fig. 44. *Apparato della circolazione di un Astacus marinus* (L'aragosta) (*).

(*) *a* Cuore; — *b* arteria oftalmica; — *c* arteria delle antenne; — *d* arteria epatica; — *e* arteria addominale superiore; — *f* arteria sternale; — *g g* seno venoso il quale accoglie il sangue proveniente dalle diverse parti del corpo e lo trasmette all'apparato respiratorio (*le branchie h*) da dove ritorna al cuore pei vasi branchio-cardiaci (*i*).

§ 112. **Insetti.** — In questi animali il sangue non è più contenuto in apposito sistema di vasi; mancano loro e le arterie e le vene, ed il fluido nutritivo spandesi negli interstizii esistenti fra i diversi organi, dove però è agitato da un movimento circolatorio: questa vaga ed incompiuta circolazione devesi principalmente ad un vaso dorsale, posto sulla linea mediana del corpo e superiormente al tubo digestivo (fig. 45).

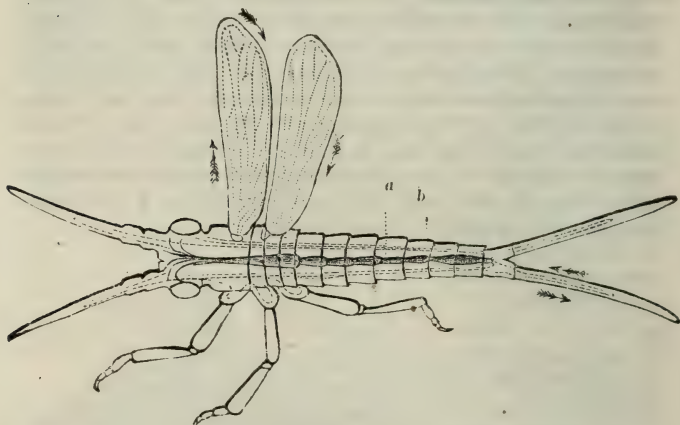



Fig. 45. *Circolazione di un insetto.* (1)

§ 113. **Vermi.** — I vermi della classe degli Annelidi hanno invece una circolazione ed un apparato vascolare, compiuti; ma in generale mancano di un vero cuore, ed il liquido nutritivo vien mosso dalla contrazione dei vasi principali; quindi in essi il corso del sangue riesce meno regolare di quello lo sia negli animali antecedentemente descritti, anzi varia talvolta anche la stessa direzione della corrente.

§ 114. **Zoofiti.** — In ultimo anche alcuni zoofiti, per esempio certi pólipi, sono dotati di circolazione quantun-

(1) Le frecce indicano le direzioni delle correnti; — *a* vaso dorsale dentro il quale il sangue scorre dall'indietro all'innanzi; — *b* principali correnti laterali.

que anche più imperfetta. Il liquido nutriente trovasi diffuso nella larga cavità che hanno dentro i loro corpi, e si muove dentro essa con evidente rapidità; rimane ignota la causa di quei movimenti. E quella cavità, la quale nel tempo stesso compie le funzioni dello stomaco, ora è semplice, ora si allunga, sotto forma di canali ramificati, sino alle estreme parti del corpo.

§ 115. Tali sono le precipue modificazioni che notansi nell'apparato mediante il quale il fluido nutriente scorre nei diversi animali (1). Ora saranno a studiarsi i fenomeni che accompagnano la circolazione nel sistema vascolare.

(1) Parlando dell'apparato dei crostacei li vedemmo indicati come animali che hanno la circolazione *semi-vascolare* e *semi-lacunosa*; dalle quali parole e dalle altre descrizioni è facile indurne che l'A. divide la circolazione, secondo i diversi suoi gradi di sempre minor perfezione, in *vascolare*, *semi-vascolare* e *semi-lacunosa*, *lacunosa e gastrica*.

Generalmente credevasi che la circolazione avesse sempre luogo in un sistema di vasi non mai interrotti; ma or sono pochi anni, il signor Quatrefages ebbe a richiamare l'attenzione dei naturalisti sull'esistenza di una circolazione nella quale esistevano larghe interruzioni. Ritenne egli quel fatto siccome eccezionale, e nominò *flebenteri* (da φλεψ vena, ed εντερον, intestino) i molluschi che gliene avevano fornito l'esempio; e quel nuovo modo di circolazione prese nome di *flebenterismo*. Alcune osservazioni che, quantunque fatte antecedentemente erano rimaste inavvertite, indi quelle che presto andarono moltiplicandosi non solo confermarono i fatti enunciati dal signor Quadrefages, ma fecero conoscere l'esistenza di simili discontinuità, ed in parecchi altri molluschi, ed anche in animali spettanti a classi diverse. Infine risultando tutti i diversi gradi di circolazione testè indicati si abbandonò il nome di *flebenterismo*, come quello che indicava un fatto accompagnato da circostanze troppo speciali. Il professore Milne-Edwards prese molta parte in quelle discussioni, sia come osservatore, sia nel dirigerla a largo vantaggio all'anatomia, e della fisiologia. Anche attualmente si adoperano intorno a questo argomento alcuni fra i più distinti naturalisti, quindi parve opportuno aggiungere al testo più estese notizie le quali si attinsero, come alla fonte la meglio conveniente in questo corso, dalle conclusioni che lo stesso professore presentava (18 maggio 1846), alla Società Filomatica di Parigi.

« 1.° I liquidi contenuti negli animali inferiori trovansi sparsi in un sistema di cavità le quali comunicano fra loro, e conseguono dai vani rimasti fra organo ed organo. »

« 2.° L'apparato vascolare risulta, negli animali superiori, dall'isolamento sempre maggiore del sistema lacunare; ma i condotti vascolari non sono però mai perfettamente chiusi, e se il sangue in essi contenuto pare isolato ciò dipende dalla troppa sproporzione che esiste tra le aperture mediante le quali i vasi si aprono nelle lacune e le circostanze meccaniche del sangue (quale ad esempio il volume dei globuli rossi), per cui possono uscire sole le sostanze più fluide, come sarebbe il siero; lo stesso vedesi anche esperimentando colle injezioni anatomiche. »

« 3.° I vasi sanguigni diventano tanto meno permeabili quanto più il sangue assume una natura diversa dagli altri liquidi, e si arricchisce di globuli più numerosi e più piccoli. Infatti le comunicazioni tra l'apparato di circolazione ed il sistema generale delle lacune sono più anguste nei mammi-

DELLA RESPIRAZIONE.

§ 116. Si è visto come il sangue arterioso agendo sui tessuti vivi perde ogni attitudine a mantenere in essi la vita, la quale attitudine riprende poi venendo a contatto dell'aria; dunque questo contatto è indispensabile all'esistenza di tutti gli esseri viventi. Se infatti si chiuda un animale dentro la campana di una macchina pneumatica, nella quale si pratichi il vuoto, o se lo si privi d'aria in qualunque altro modo, tosto le sue funzioni si disordinano, sospendonsi le apparenze della vita, ed esso cade in *asfissia*, cioè in uno stato di morte apparente; anzi muore senza scampo se tosto non si provveda.

Questo è tra i più generali fenomeni della natura organica; tanto gli animali che i vegetali non possono far a meno dell'aria, e muojono quando venga loro sottratta per un certo tempo. La presenza dell'aria è indispensabile ovunque debbano esistere esseri viventi.

A tutta prima si potrebbe credere che gli animali, i quali, come i pesci, abitano costantemente in fondo alle acque, sottraggansi all'influenza dell'aria e facciano eccezione alla legge testè enunciata; ma l'acqua nella quale sono immersi assorbe e tien disciolta una data misura d'aria, che essi

feri e negli uccelli di quello lo sieno nei rettili e nei pesci; e negli animali a sangue bianco giungono a tanta larghezza che i due sistemi fondendosi, permettono al sangue di spandersi ovunque per gli spazii più profondi dell'organismo. »

« 4.° Originariamente le cavità che racchiudono i fluidi nutritivi constano di sole lacune, destituite di pareti proprie ed indipendenti dai tessuti vicini; *pare* che queste si formino dappoi per l'influenza fisiologica delle correnti che attraversano il tessuto lacunare; fenomeno che ha qualche analogia colla creazione delle false membrane tubulari prodotte nelle fistole dall'azione di un liquido irritante. — Quindi gli animali nei quali la circolazione è poco attiva e che hanno il sangue povero di materie solide non hanno pareti proprie se non pei vasi arteriosi, in conseguenza della maggiore attività colla quale, spinto dalle contrazioni del cuore esso liquido scorre dipartendosi da quell'organo. Il circolo venoso non assume pareti proprie se non in quelle specie nelle quali la circolazione è potente ed il sangue molto attivo. Infine sembra che i capillari manchino di pareti proprie e riducansi a semplici escavazioni del tessuto lacunare anche in alcune specie dotate di tonache arteriose e di tonache venose; e sembra anzi più che questo stato di imperfezione esista anche nell'economia degli animali superiori. V'ha luogo a credere che la rete capillare della piccola circolazione della salamandra acquatica sia in molta parte formata di semplici lacune; e diversi fenomeni patologici dell'uomo si accordano con questi fatti che nelle specie inferiori sono normali. »

(*Nota dell'edizione italiana*).

ponno separare facilmente e che basta a fargli vivere; sarebbe loro impossibile esistere in acqua priva d'aria, a quando ciò avvenga muojono per asfissia, come i mammiferi e gli uccelli sottratti all'atmosfera comune.

Le relazioni che passano tra l'aria ed i diversi esseri organici è una delle parti principali della loro storia fisiologica, e la serie dei fenomeni che ne conseguono costituisce l'atto della RESPIRAZIONE.

§ 117. L'aria, come si disse, è indispensabile alla vita di tutti gli animali; ma quel fluido non è un corpo omogeneo, e la chimica ce lo dimostra composto di varj principj i quali ponno fors'anco comportarsi non tutti egualmente nel fenomeno della respirazione. Infatti oltre al vapor d'acqua, del quale l'atmosfera è più o meno impregnata, l'aria fornisce all'analisi ventuno per cento di *ossigene*, settantanove di *azoto*, e qualche traccia di *gas acido carbonico.* La prima domanda a farsi, studiando il fenomeno della respirazione, è diretta a sapere se questi diversi gas hanno tutti un'eguale azione sugli animali o se qualcuno tra essi serva in modo più speciale a mantenere la vita.

Bastano poche esperienze a rispondere a questo quesito. Un animale vivo racchiuso in un vaso pieno d'aria, ma così disposto che gli rimanga intercetta qualunque comunicazione col resto dell'atmosfera, cade asfissiato e muore dopo un tempo più o meno breve; dunque l'aria dentro la quale trovavasi rinserrato si è resa inetta a mantenerlo in vita; e se allora la si analizzi chimicamente si vedrà come abbia contemporaneamente perduta la maggior parte dell'ossigene. Se si ponga un altro animale in un vaso pieno d'azoto esso muore all'istante; un terzo chiuso invece nell'ossigene respira molto più attivamente di quello lo faccia nell'aria, e non da segni di asfissia.

Dunque è evidente che *l'aria atmosferica deve la sua attitudine vivificante alla presenza dell'ossigene.*

Questa importante scoperta, fatta sul finire dello scorso secolo (1777), è dovuta a Lavoisier uno tra i più illustri chimici francesi.

§ 118. Tutti gli animali, respirando, sottraggono all'aria ambiente una data quantità di ossigene, ma la loro azione sù quel fluido non s'arresta a questa sola modificazione; all'ossigene che fanno sparire surrogano un altro gas, il gas acido-carbonico, il quale anzichè giovare alla vita come l'ossigene nuoce agli animali che ne respirino una

quantità appena notevole. Tutti gli animali producono gas acido-carbonico nel modo stesso che tutti assorbono l'ossigene; ed il lavoro della *respirazione* consiste essenzialmente in questi due fenomeni.

§ 119. L'azoto respirato coll'aria cambia ben poco di volume, e pare principalmente destinato ad attenuare l'azione soverchiamente attiva dell'ossigene, il quale, quando sia puro, eccita negli animali un orgasmo febbrile.

Si avverti però che il volume dell'azoto emesso dalla respirazione talvolta aumenta, tal altra diminuisce. Anzi sembra che gli animali ne assorbano e ne esalino continuamente nel modo stesso con cui assorbono ed esalano i liquidi chiusi nella cavità del pericardio, del peritoneo, ecc.; e che le indicate variazioni dipendano da ciò che se generalmente queste due opposte funzioni si equilibrano in modo che il loro risultato non è apparente, talvolta però l'assorbimento dell'azoto è maggiore dell'esalazione, altre volte la quantità esalata eccede quella assorbita; dal che ne consegue che ora il suo volume aumenta, ora diminuisce, confrontandolo prima e dopo che ebbe servito alla respirazione.

§ 120. Inoltre coi prodotti della respirazione emana dal corpo un volume ora maggiore ora minore di vapore acqueo; la quale esalazione, detta *traspirazione polmonare*, è evidentissima quando l'ambiente sia freddo, perchè allora i vapori appena usciti all'aria si condensano in un fumo più o meno spesso.

§ 121. Mentre nell'aria respirata avvengono le notate mutazioni anche il sangue, che scorrendo per le membrane trovasi in contatto coll'aria, subisce notevoli modificazioni per le quali riprende le facoltà vivificanti, e da rosso-cupo che era si fa rosso-vermiglio. Per osservare questo fatto basta incidere l'arteria di un animale vivo, comprimendogli nel tempo stesso il collo in un modo da impedire che l'aria abbia accesso ai polmoni. Il sangue che sprizza dalla fatta apertura dapprima sarà rosso-acceso, ma presto sgorgherà nero e simile in tutto al sangue venoso. Appena si ritorni libera l'entrata dell'aria ai polmoni il getto sanguigno riprenderà il colore acceso che è naturale al sangue arterioso.

§ 122. **Teoria della respirazione.** — Tali sono i principali fenomeni della respirazione animale; ora dobbiamo cercarne e trovarne le ragioni.

E prima; che avviene dell'ossigene scomparso, e da dove

ha origine l'acido carbonico il quale si svolge nel processo di questa funzione?

Bruciando del carbone in un vaso pieno d'aria si vede sparirne l'ossigene e sostituirvisi un egual volume di gas acido-carbonico; contemporaneamente si svolge un notevole calore. Questi stessi fenomeni avvengono nel decorso della respirazione, e sempre può notarsi una esatta corrispondenza tra la quantità di ossigene consumato da un animale, e quella d'acido-carbonico da lui prodotta; comunemente il volume di quest' ultimo è di poco minore del primo, e, come lo vedremo in séguito, tutti gli animali, quantunque alcuni più altri meno, svolgono però sempre del calore.

V'ha dunque molta analogia tra i principali fenomeni della respirazione e quelli che accompagnano la combustione del carbone, e per tale parità di risultanze si fu indotti a credere che gli uni e gli altri provenissero dalla medesima causa. Si suppose, cioè, che l'ossigene dell'aria inspirata si combinasse dentro l'organo della respirazione, col carbonio proveniente dal sangue, e che questa specie di combustione desse origine all'acido carbonico, l'espulsione del quale è in certo modo l'atto complementario della respirazione.

Ma questa teoria, proposta da Lavoisier ed adottata sino in questi ultimi anni da quasi tutti i fisiologi, non s'accorda coi risultati delle più recenti esperienze, quindi deve essere abbandonata; infatti si ebbe a conoscere che la consumazione dell'ossigene, la quale avviene mediante la respirazione, non legasi immediatamente colla produzione dell'acido carbonico; e che quest' ultimo gas preesiste già formato nel sangue venoso e solo esala dalla superficie dell'organo respirante quando l'ossigene assorbito da quella superficie si discioglie nel liquido nutritivo, fornendogli i requisiti caratteristici del sangue arterioso.

§ 123. Da pochi anni il signor William Edwards (*) provò con un semplice sperimento che l'acido carbonico non è prodotto dalla combinazione diretta dell'ossigene inspirato col

(*) Distinto fisiologo al quale devonsi assidui e delicatissimi studj sull'influenza che hanno nella vita animale molti degli agenti fisici, e di cui è a lamentare la perdita troppo prematura. Era fratello dell'autore di questo corso.

(*Nota dell'edizione italiana*).

carbonio del sangue che attraversa l'organo della respirazione. Onde ripeterlo pongasi dentro un vaso pieno d'azoto, o d'un gas qualunque che non contenga ossigene, un animale atto a resistere per lungo tempo all'asfissia, quale, per esempio, una rana; analizzando poco dopo quel gas si troverà che, ad onta la mancanza dell'ossigene, l'animale avrà svolto tant'acido carbonico quanto ne avrebbe emesso respirando nell'aria. Siccome in questo caso è impossibile attribuire la formazione dell' acido carbonico alla combustione diretta immaginata da Lavoisier, perchè quella combustione avrebbe dovuto cessare appena l'aria respirata non contenesse più ossigene; e siccome l'acido carbonico continuò non pertanto a svolgersi, è forza concludere che preesisteva già formato nel corpo dell'animale e che l'organo respiratorio non fece che esalarlo.

§ 124. Il sangue infatti è la sorgente dell'acido carbonico che svolgesi nell'atto della respirazione, e recentemente si provò esisterne sempre, disciolta nel liquido nutriente, una data misura, unita ad un poco di ossigene e di azoto. Le indagini del signor Magnus, chimico berlinese, mostrarono inoltre come il sangue possa disciogliere una quantità di un gas qualunque col quale venga a contatto; e come ogni volta che, trovandosi già carico di un gas, deve assorbirne un altro, abbandoni una data porzione del primo, il quale, potrebbe dirsi, cede il posto al secondo. Quando si agiti del sangue venoso nell'idrogene una parte di questo viene sciolta nel liquido, e contemporaneamente si svolge una quantità eguale del carbonio che era in esso contenuto; se, ripetendo l'esperienza, invece dell'idrogene si adoperi l'ossigene si ha un risultato analogo; il sangue venoso scioglie parte dell'ossigene e contemporaneamente abbandona un volume presso a poco eguale di acido carbonico, per la quale surrogazione mutando il colore da rosso-cupo in rosso-vermiglio diventa simile al sangue arterioso.

§ 125. Quest'esperienza prova come tutti i fenomeni della respirazione abbiano luogo indipendentemente dall' influsso della vita, e per la sola attitudine che ha il sangue di sciogliere alternativamente i diversi gas coi quali viene a contatto. E per essa può anche indursi che nel corpo deglianimali viventi si ripete un processo analogo, e che la respirazione residuasi all'assorbimento dell'ossigene e delle altre materie fornite dall'atmosfera; il quale assorbimento provoca poi

lo sviluppo e l'esalazione dell' acido carbonico preesistente nel sangue.

Inoltre si provò che l'interposizione di una membrana, analoga a quella che forma le pareti dei vasi respiratorii dentro i quali scorre il sangue, non impedisce il trapasso dei gas. Ponendo del sangue venoso in una vescica ben chiusa, la quale poi venga esposta all'azione dell' ossigene, si noteranno fenomeni in tutto simili a quelli che accaderebbero se i due liquidi si trovassero in contatto immediato; il sangue scioglierà parte dell' ossigene, il quale prenderà il posto di una pari misura di acido carbonico espulso, e da rosso-bruno si muterà in rosso-acceso. Si è visto come gli organi di respirazione sieno costrutti nel modo meglio adatto all'assorbimento, e numerose esperienze provarono che tutte le sostanze volatili introdotte nel torrente della circolazione a poco a poco vengono espulse per opera dell' esalazione al modo stesso che esala l'acido carbonico.

§ 126. Questi fatti insieme riuniti ponno dare un'idea bastevole di quanto avviene nell'atto della respirazione.

Il sangue venoso affluente da ogni parte del corpo, tiene disciolto molto acido carbonico, un po' d'azoto e pochissimo ossigene. Attraversando l'organo di respirazione si mette a contatto coll'aria e la discioglie in parte, cioè si appropria dell'ossigene ed una quantità data d'azoto; i quali gas disciogliendovisi scacciano dei volumi corrispondenti dei gas che vi preesistevano e, principalmente, dell'acido carbonico misto ad un po' d'azoto. Da ciò consegue che contemporaneamente si svolge acido carbonico (1) ed azoto, e viene assorbito dell'ossigene e dell'azoto, in tali proporzioni che il volume dell'acido carbonico esalato corrisponde quasi esattamente all'azoto assorbito, e l'azoto che sfugge surroga, spesso esattamente, la quantità d'azoto assorbita o non ne differisce che per poco sia in più sia in meno; infine nella traspirazione polmonare esala anche, sotto forma di vapore, una

(1) È da notarsi che il volume, quantunque scarso, d'acido carbonico contenuto nel sangue venoso basta a dar ragione di tutta la quantità di questo gas ch'è svolta dalla respirazione. Il sangue umano ne contiene per circa un quinto del suo volume totale, e siccome la misura di sangue che in un minuto passa attraverso i polmoni può aversi di circa 250 pollici cubici, in quel tempo passano circa 50 pollici di gas acido carbonico. Le maggiori risultanze dei calcoli non fanno ascendere a più di 27 pollici cubici il volume di questo gas emesso in un minuto dalla respirazione.

parte dell'acqua contenuta nel sangue. Il sangue dunque perde acido carbonico, azoto ed acqua, e contemporaneamente si appropria ossigene ed azoto; inoltre per gli indicati processi si è potuto conoscere che il sangue arterioso contiene disciolta molta maggior dose di ossigene del sangue venoso, al quale ossigene deve e le proprietà ravvivanti ed il colore vermiglio. *La respirazione è essenzialmente un fenomeno d'assorbimento e di esalazione, per opera del quale il sangue posto a contatto coll'aria atmosferica, si spoglia dell'acido carbonico, e si carica di ossigene.*

In quanto spetta all'origine dell'acido carbonico contenuto nel sangue, il quale viene poi ad esalare nel processo della respirazione, può credersi che si formi contemporaneamente in tutte le parti del corpo, e consegua dalla combinazione dell'ossigene assorbito col carbonio proveniente dalle materie organiche che esistono nel fluido nutriente, o che va sottraendo ai tessuti viventi. Dunque *il fenomeno essenziale della respirazione non è altro che una maniera di combustione, la quale ha luogo nel profondo di tutto l'organismo*, e le permute che si fanno tra il sangue e l'atmosfera, mediante la superficie dell'organo respirante, non sono che i preliminari e le conseguenze di quel lavoro.

§ 127. **Attività della respirazione.** — Abbiamo visto che la respirazione è necessaria alla vita di tutti gli esseri, ma essa non è però in tutti egualmente attiva, anzi l'intensità sua varia moltissimo da animale ad animale.

Quelli che respirano con maggiore attività sono gli uccelli, i quali consumano in un tempo dato maggior quantità d'aria, quindi soffrono più facilmente di asfissia.

Anche i mammiferi hanno la respirazione molto attiva, e vennero istituite parecchie esperienze per calcolare quanto sia l'ossigene consumato dall'uomo in un tempo prefisso; la quale misura, non tenuto conto delle variazioni dipendenti dall'età e da altre circostanze, pare che secondo le più recenti esperienze, sia, per termine medio, di circa 550 litri o decimetri cubici al giorno. Ora siccome l'ossigene non costituisce che i 21 per cento del volume dell'aria atmosferica, ne consegue che l'uomo consuma giornalmente almeno 2750 litri o decimetri cubici d'aria (1).

(1) S'ingannerebbe a partito chi supponesse per questi calcoli che l'indicata quantità d'aria basti a mantenere la respirazione di un uomo per

In generale gli animali delle classi inferiori, e principalmente quelli che vivono nell'acqua, respirano meno vivacemente.

Ciò nullameno pensando all'enorme consumo giornaliero di ossigene fatto da tutti questi esseri vi sarebbe a temere che in fine l'atmosfera avesse a rimanerne spogliata con certo danno di una generale asfissia di tutti gli animali; ma providente la natura adoperò dei mezzi potenti per rinnovare perennemente sulla faccia del globo la quantità di questo gas.

È cosa in vero maravigliosa che il mezzo destinato a mantenere tanto equilibro sia un fenomeno analogo al fenomeno pel quale l'ossigene viene consumato, che cioè lo si debba alla *respirazione delle piante.*

I vegetali assorbono l'acido carbonico sparso nell'atmosfera, ed eccitati dalla luce solare appropriandosi il carbonio depurano l'ossigene. In questo modo il regno vegetale fornisce agli animali l'ossigene che è loro necessario, e gli animali respirando procurano ai vegetali il carbonio indispensabile al loro sviluppo.

La natura dell'atmosfera dipende dunque dai rapporti che decorrono fra gli animali ed i vegetali; e viceversa la composizione dell'aria regola in certo modo la sua volta il numero relativo di questi esseri (1).

§ 128. Notasi una costante relazione tra l'aria consumata da un animale in un tempo dato, e la vivacità de' suoi movimenti. A cose pari quelli che muovonsi lentamente o di raro, respirano meno di quelli agili o che abbisognano soltanto di breve riposo; le rane ed i rospi consumano meno aria di alcune farfalle, quantunque vi abbia tanto divario tra il volume degli uni e quello delle altre; ma quei

ventiquattr' ore, perchè noi non possiamo adoperare tutto l'ossigene contenuto nell'aria che ci entra nei polmoni, e perchè appena esista una certa misura di acido carbonico nell'atmosfera che ci avvolge, non possiamo più vivere in essa. Nei polmoni dell'uomo passano giornalmente da sette ad otto metri cubici d'aria, e per respirare senza incomodo dentro un luogo chiuso ce ne abbisogna una quantità molto maggiore. Quindi è che nelle sale degli spettacoli, ed ovunque vi hanno delle grandi radunanze, abbisognano a ciascun uomo da sei a dieci metri cubici d'aria fresca per ora.

(1) Sarebbe erroneo l'inferirne che nell'atmosfera delle città, nelle quali la popolazione è folta e mancano gli alberi, esiste meno ossigeno che nell'aria delle campagne. L'analisi chimica la dimostra eguale per tutto, e questa uniformità è dovuta alle correnti che senza posa agitano l'atmosfera.

rettili non si movono che lentamente e molto di raro, e le farfalle sono in continua e vivace agitazione.

§ 129. La respirazione è più o meno attiva anche in uno stesso individuo, al variare delle condizioni in cui si trova; e può aversi come regola generale che tutto ciò che affievolisce la potenza dei moti vitali, diminuisce e la misura di ossigene assorbito e la relativa proporzione di acido carbonico esalato; mentre, all'opposto quanto accresce le forze di un animale gli aumenta anche l'energia della respirazione.

Onde è che questo processo è meno attivo nei giovani che negli adulti; si rallenta nel sonno, e per la fatica o per l'astinenza dei cibi o per l'abuso de' liquori spiritosi; s'accresce invece coll'esercizio moderato, od in conseguenza di un conveniente sostentamento.

Ma sino ad ora ci siamo occupati dei soli fenomeni della respirazione considerati in sè stessi, e senza tener conto degli organi in cui resiedono. Vediamo adesso quali sieno gli stromenti ai quali è affidata questa importante funzione, e come la loro struttura sia diversa nelle diverse specie.

APPARATO DELLA RESPIRAZIONE.

§ 130. Negli animali più semplici la respirazione manca di organi speciali, ed ha luogo ovunque il loro corpo trovasi a contatto coll'elemento in cui vivono e dal quale devono attingere l'ossigene necessario.

Il tegumento generale del corpo, o la *pelle*, continua ad agire più o meno attivamente come organo di respirazione anche negli animali spettanti alle classi superiori, e principalmente nell'uomo; ma in questi esiste inoltre una parte della membrana tegumentaria più specialmente destinata ad agire sull'aria, e costrutta in modo meglio adatto allo scopo.

Essa, onde adempiere a quella sua funzione, offre un tessuto molle, spongioso e delicato, riceve gran copia di sangue, ed è disposta in modo da presentare, in un volume molto ristretto, tanta maggiore superficie quanto più la respirazione deve essere attiva. Per regola generale si può ritenere che questo organo sarà tanto più potente quanto più diverso dall'inviluppo generale del corpo, e che, a cose pari, la respirazione fatta per mezzo della pelle sarà tanto meno attiva quanto più lo saranno gli organi specialmente destinati a quella funzione.

§ 131. Del resto la struttura degli organi di respirazione varia secondo che devono trovarsi al contatto dell'aria gaziforme, od agire sull'acqua per separarvi parte del fluido aereo in essa disciolto.

Quindi è che negli animali viventi nell'acqua, ed i quali respirano in quel liquido, gli stromenti speciali della respirazione, o le *branchie*, sporgono dal corpo; mentre invece le specie destinate a respirare nell'aria hanno quegli stromenti, ora detti *polmoni* ed ora *trachee*, racchiusi dentro cavità interiori.

§ 132. **Organi della respirazione acquatica.** — La forma delle Branchie è molto varia; talora compongonsi di tubercoli od appendici simili a foglie, e sono tessute un po' più delicatamente della pelle, ed un po' meglio provviste di sangue; altre volte formansi di moltissimi fili ramosi, raccolti in fasci e simili a cespuglietti od a pennacchi vascolari (fig. 46, *a*, *a*); in certe specie invece vedonsi moltissime lamelle membranose, disposte come i fogli di un libro, oppure i denti di un pettine. Quella prima struttura è comune in molti vermi marini, così, per esempio, nell'arenicola; la seconda trovasi in varj altri annelidi ed in alcuni crostacei; l'ultima è particolare a quasi tutti i molluschi ed i pesci.

Inoltre si avverta che le branchie degli animali inferiori sono esterne, e s'agitano libere nel liquido ambiente, mentre in quelle specie che loro soprastanno nella serie zoologica, quali sarebbero moltissimi molluschi e tutti i pesci, esiste una cavità destinata a proteggerle ed architettata in modo che l'acqua può facilmente rinnovarsi dentro essa.

§ 133. **Organi della respirazione aerea.** — Le cavità interne che servono alla respirazione aerea ora hanno forma di trachee, ora di polmoni.

Le trachee (fig. 47) sono vasellini che comunicano all'esterno col mezzo di aperture dette *stigme*, e, diramandosi, serpeggiano nella profondità di tutti gli organi. Siccome l'aria entra

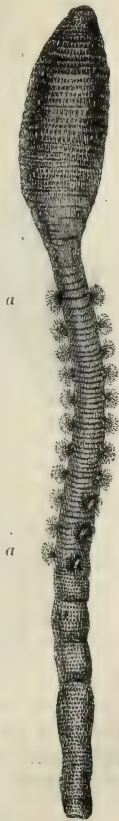



Fig. 46.
Arenicola.

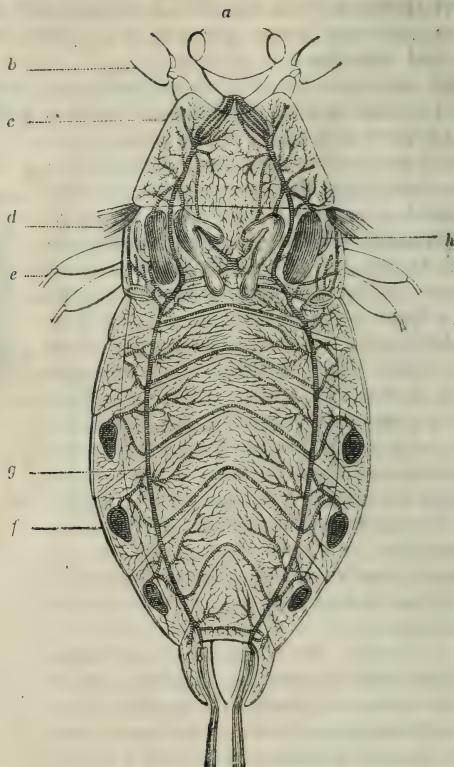



Fig. 47. *Apparato di respirazione di un insetto* (la Nepa o cimice d'acqua) (1).

ovunque per mezzo di esse, così la respirazione ha luogo in ogni punto del corpo. Questo apparato tracheale trovasi nei soli insetti e in alcuni aracnidi.

(1) *a* Testa, — *b* base del primo pajo di zampe, — *c* primo anello del torace, — *d* base delle ali, — *e* base del secondo pajo di zampe, — *f* stigme, — *g* trachee, — *h* vescichette aeree.

§ 134. I **polmoni** sono dei sacchi scompartiti in un numero ora maggiore ora minore di cellule, le quali ricevono pur esse l'aria nel loro interno, ed hanno le pareti attraversate da vasi dentro cui trovasi il sangue che deve essere ravvivato dall'ossigene.

Esistono, quantunque semplicissimi, in quasi tutti i ragni ed in alcuni molluschi, quali sarebbero i limaci e le lumache. Trovansi poi sempre nei rettili, negli uccelli e nei mammiferi.

§ 135. Nell'uomo ed in tutti i mammiferi giacciono nella cavità del *torace*, la quale occupa la parte superiore del tronco (fig. 3, § 42), e trovansi colà sospesi dentro l'involucro di una membrana sottile e levigatissima, detta la *pleura* (1), la stessa che investe anche le interne pareti di quello speco. Essi sono in numero di due, uno per ogni lato del corpo, e comunicano all'esterno mediante il tubo della *trachea-arteria* (*b*, fig. 48), il quale salendo anteriormente, per la lunghezza del collo, apresi nella retrobocca.

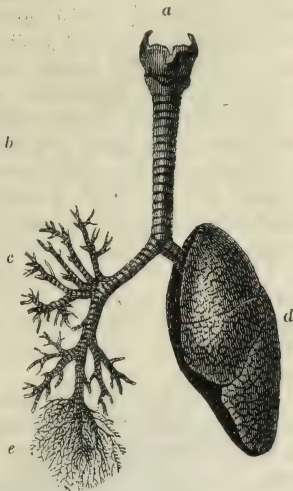



Fig. 48. *Polmoni e trachea dell'uomo* (2).

La trachearteria è formata da una serie di piccole fasce cartilaginee, transverse e simili ad anelli, solo che meno distinti posteriormente; nell'interno è rivestita da una membrana mucosa analoga alla mucosa della bocca,anzi un prolungamento di quella (3). Infine all'inbasso si divide in due rami

(1) La disposizione della pleura è analoga a quella delle altre membrane sierose, delle quali si parlò in nota al § 92.

(2) Uno dei polmoni venne conservato intatto (*d*), l'altro lo si spogliò della sua sostanza per mettere a nudo i rami dei bronchi (*e*), — *a* laringe ed estremità superiore della trachea-arteria, — *b* trachea, — *c* divisione dei bronchi, — *e* ramuscoli bronchiali, — *d* altro dei polmoni.

(3) Notisi che la mucosa della trachea e dei bronchi è sparsa di appendici microscopiche che la fanno simile ad un velluto, ciascuna barbolina del quale si agita con vivissimo moto ondulatorio; questo moto vibratile determina delle correnti, talvolta molto rapide, nel liquido che gli è a con-

che diconsi i *bronchi,* i quali gettansi nell'uno o nell'altro polmone come le radici di un albero nel terreno (*c e*, fig. 48).

§ 136. Si disse che dentro i polmoni esiste un numero infinito di cellule, in ciascuna delle quali s'apre uno degli estremi ramoscelli del bronco corrispondente. Le pareti di quelle cavernette sono formate da un tessuto finissimo, mollissimo e ricco per gran numero di vasi capillari, i quali ricevono il sangue venoso dall'arteria polmonare e l'espongono all'azione dell'aria.

A volume pari la superficie per la quale ha luogo la respirazione sarà tanto più estesa, ed il sangue verrà messo a contatto coll'aria per un numero di punti tanto maggiori, quanto più le cellule polmonari saranno piccole. L'attività della respirazione è dunque in rapporto inverso colla grandezza delle cellule polmonari: ed infatti i polmoni delle rane, le quali hanno la respirazione debole e tarda, sono semplici sacchi divisi da pochi tramezzi, mentre le cellule dei mammiferi e degli uccelli, animali che respirano molto attivamente, male si distinguono ad occhio nudo per la troppa loro esiguità.

§ 137. I bronchi dell'uomo e degli altri mammiferi sboccano tutti nelle cellule polmonari, le quali terminano sempre a fondo cieco; quindi in essi l'aria non portasi oltre i polmoni. Invece negli uccelli, dotati, come lo si è detto, di respirazione attivissima, alcuni dei canali dei bronchi attraversano i polmoni, proseguono sino alla base dei membri, e conducono l'aria nelle cavità esistenti nella sostanza di quasi tutte le loro ossa. Dal che ne avviene che in essi la respirazione non ha luogo soltanto nei polmoni, ma anche in punti molto lontani da essi.

§ 138. **Del meccanismo della respirazione nell'uomo.** — Dopo quanto si è detto, in riguardo alle modificazioni subite dall'aria pel processo della respirazione, è evidente che essa deve rinnovarsi perennemente dentro i polmoni: il quale rinnovamento si fa pei moti alterni di

tatto, e persiste per qualche tempo anche dopo che la membrana venne staccata dal corpo dell'animale; la quale circostanza giova ad agevolare lo studio che può farsene con un forte microscopio. Pare che la corrente così prodotta decorra dall' interno all' esterno dell' apparato di respirazione: s'osserva pure un movimento analogo alla superficie della membrana che investe le prime vie aeree, cioè nelle fosse nasali, ma pare che generalmente manchi nella retrobocca.

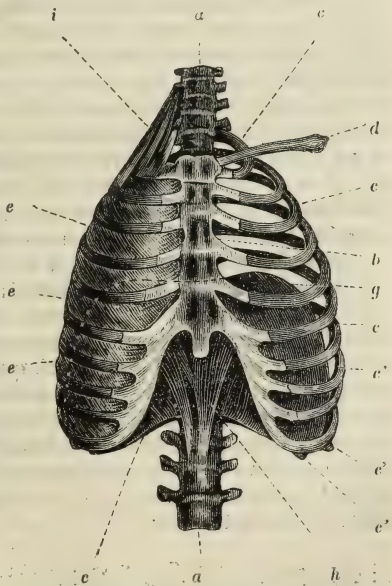
inspirazione e di espirazione, conseguenti alla loro volta dal gioco della cavità toracica nella quale i polmoni sono contenuti.

Il meccanismo, mediante il quale l'aria è attirata nei polmoni od espulsa da essi, è semplicissimo, e sarebbe identico a quello di un soffietto se in quell'arnese l'aria entrasse ed uscisse per un unico condotto. Infatti le pareti del torace essendo mobili l'interna loro cavità ora si fa più capace ed ora si diminuisce; ed i polmoni seguono tutte quelle mutazioni. Al distendersi delle pareti l'aria trovandosi aggravata dal peso di tutta l'atmosfera precipita nel petto, e per le vie della bocca, o delle fosse nasali e della trachearteria, corre a riempiere le cellule polmonari, nello stesso modo che l'acqua sale in un corpo di tromba quando se ne alza lo stantuffo. Per lo contrario nell'atto dell'espirazione l'aria contenuta nei polmoni trovandosi compressa sfugge per gli stessi condotti pei quali prima era entrata.

È necessario esaminare la struttura del torace dell' uomo per comprendere come si dilati e come si deprima.

Quest'organo (fig. 49) ha la figura di un cono in posizione naturale, è cioè più largo alla base che non superiormente, e le *coste* (*c*), che ne formano quasi interamente le pareti, lo rassomigliano ad una gabbia. Esse posteriormente si appoggiano alla *colonna vertebrale*, o spina dorsale (*a*), e saldansi nella parte anteriore all'*osso sternale* (*b*).

Fig. 49. *Torace dell'uomo* (1).

Gli spazj rimasti tra costa e costa sono pre-

(1) I muscoli del lato sinistro vennero esportati, e lasciati in luogo quelli

clusi da alcuni muscoli che si distendono dall'una all'altra (*e*); altri muscoli partendo dalla prima costa vanno ad attaccarsi alla porzione cervicale della colonna vertebrale (*i*); infine il *diaframma* (*g*), che è un largo muscolo carnoso, ne forma l'impalcatura inferiore innestandosi a tutto il margine di esso cono.

§ 139. Il *torace può acquistare maggior capacità* in due maniere, o per la contrazione del diaframma o quando si elevano le coste.

Infatti il diaframma in istato di quiete forma una vôlta la quale s'innalza nell'interno del petto (*g*), ed è facile comprendere come, diminuendosi la curva di quella vôlta quando esso si contrae, risulti maggiore la capacità del petto.

Le coste funzionano in modo un po' più complesso: ognuna di queste ossa (*c* e *c*'), che sono in numero di dodici per ogni lato, descrive una curva convessa al di fuori, e tendente un po' al basso; il loro capo anteriore, che si annette allo sterno (*b*) mediante alcune cartilagini intermedie, è molto meno alto del posteriore; la maniera colla quale si articolano colla colonna vertebrale, concede ad esse di alzarsi ed abbassarsi. Questo primo movimento è prodotto dalla contrazione dei muscoli posti alla base del collo (*i*); quando le coste si elevano prendono una posizione orizzontale, perchè mentre se ne eleva il capo anteriore traendo seco lo sterno, esse girano su sè stesse e volgono all'infuori la curva che prima guardava in basso; da ciò consegue che le pareti laterali ed anteriori del torace si allontanano dalla colonna vertebrale, e viene ad aumentarsi la cavità del petto.

§ 140. Nell'atto dell'espirazione, i polmoni si stringono per la loro elasticità, il diaframma si rallenta, e s'innalza la vôlta da esso formata. Quando i muscoli elevatori delle coste e dello sterno cessano di contraersi, queste ossa si abbassano e per naturale gravezza e per lo stiramento conseguente dalla elasticità dei polmoni. Vi hanno pure altre forze le quali concorrono a stringere il torace e ad espellere l'aria da' polmoni, e tra queste va annoverata la contrazione dei muscoli che formano le pareti del ventre, e che s'impiantano nelle parti inferiori del petto.

del fianco opposto. A sinistra si vede la vôlta interna del torace formata dal diaframma (*g*) ed i punti bianchi indicano il suo profilo del lato opposto: — *h* pilastri o colonne del diaframma i quali si attaccano alle vertebre lombari; — *i* muscoli elevatori delle coste; — *d* clavicola.

§ 141. Questi movimenti hanno luogo con gradi diversi, ma nella respirazione ordinaria il volume d'aria inspirato nel torace od emesso dai polmoni non oltrepassa il settimo di quello che potrebbe esservi contenuto. La quantità d'aria ordinariamente esistente nei polmoni calcolasi a 4580 centimetri cubici, dei quali ne entrerebbero e ne uscirebbero soli 555 ad ogni espirazione od inspirazione; ma, a termine medio, quest'ultima quantità non pare oltrepassi un terzo di litro.

Il numero dei moti respiratorii varia al variare degli individui e dell'età; sono più frequenti nell'infante che nell'adulto, nel quale a calcolo medio si contano sedici inspirazioni per ogni minuto.

Dunque nelle circostanze ordinarie entrano nel polmone dell'uomo circa cinque litri e mezzo d'aria per minuto, cioè circa 330 per ora, e da 7 ad 8 metri cubici, per giorno.

§ 142. Il *sospiro*, lo *sbadiglio*, il *riso*, il *singhiozzo* sono semplici modificazioni della respirazione ordinaria. Il *sospiro* è una lunga e profonda inspirazione mediante la quale entra a poco a poco nei polmoni una grande quantità d'aria; quantunque il più spesso ne siano causa le affezioni morali, pure può anche dipendere da altre circostanze, ed avviene ogni volta che il lavoro respiratorio manchi della dovuta rapidità.

Lo *sbadiglio* è una inspirazione anche più profonda, accompagnata da contrazione presso che involontaria e spasmodica dei muscoli delle mascelle e del velo palatino.

Il *riso* consiste nella successione più o meno rotta di brevi moti d'espirazione, e dipende quasi tutto dal contrarsi convulso del diaframma. Infine, il meccanismo del *singhiozzo* è poco diverso da quello del riso quantunque esprima affezioni morali tanto differenti.

§ 143. **Meccanismo della respirazione negli altri animali.** — Il meccanismo della respirazione è essenzialmente lo stesso nei mammiferi, negli uccelli e in quasi tutti i rettili; solo che in queste due ultime classi il diaframma è più o meno imperfetto, e quindi l'aria vien tratta al polmone più ch'altro per opera delle costole; le tartarughe poi ed i rettili dell'ordine dei batraciani (le rane, cioè, le salamandre, ecc.) non avendo il torace costrutto in maniera da dilatarsi attivamente ed agire come lo farebbe una tromba,

respirano in modo diverso, e l'aria viene immessa nei loro polmoni da un movimento di deglutizione.

DELLE ESALAZIONI E DELLE SECREZIONI.

§ 144. Dappoichè vedemmo per quali modi le materie estranee necessarie a mantenervi la vita, sono introdotte nel corpo, e mischiansi al sangue che le distribuisce per tutto, ci occuperemo ora di una serie di fenomeni d'ordine inverso, ed esamineremo come queste sostanze, esistenti nella massa generale degli umori e contenute nei vasi sanguigni, ponno esservi sottratte, sia onde penetrare nelle interne cavità del corpo, sia per esserne espulse.

§ 145. Si è visto come le materie estranee necessarie alla nutrizione entrino nel corpo in due modi, cioè o per semplice assorbimento e senza che prima sieno state sottoposte a nessuna elaborazione, o pel lavoro della digestione, mediante il quale le sostanze utili vengono separate dalle altre colle quali trovansi naturalmente associate, e da cui ricevono, per così dire, la forma più adatta ad essere introdotte nell'economia. Il primo di questi atti, che è prodotto dalla superficie polmonare, dalla pelle e da altre parti, è in certo modo solamente meccanico; il secondo, molto più complesso, consegue da un vero processo chimico.

Perchè un corpo vivente possa sbarazzarsi delle materie inutili ed espellerle la natura lo fornì di due processi analoghi, cioè dei processi di *esalazione* e di *secrezione*. L'esalazione consegue dalla permeabilità dei tessuti e può aver luogo in ogni parte del corpo; non muta la natura dei fluidi che espelle, e, come l'assorbimento, è fenomeno quasi affatto fisico. Invece la secrezione non solo elimina dai tessuti i liquidi, dei quali sono imbevuti, ma secerne dal sangue dati principj a preferenza di altri, e talvolta modificandone l'intima natura dà origine ad umori particolari; infine questa funzione ha luogo il più spesso per l'intermezzo di organi determinati. Essa è tanto diversa dalla semplice esalazione quanto la digestione dall'assorbimento.

ESALAZIONE.

§ 146. Le pareti dei vasi sanguigni essendo permeabili ai liquidi ne consegue che l'acqua e le altre materie fluide dentro essi contenute non vi si trovano affatto precluse e ponno sfuggire più o meno facilmente per ispandersi negli spazj attigui. Questa maniera d'infiltrazione dall'interno dei vasi sanguigni al di fuori di essi dà luogo al fenomeno detto di *esalazione*.

In date condizioni sfugge dai vasi anche una parte di sangue con tutti gli elementi che lo compongono, e può accadere un vero *spandimento sanguigno* anche senza che i vasi presentino delle aperture che mettano in relazione diretta l'interno loro coll'esterno. Il sangue allora geme dal tessuto delle pareti, ma questo fenomeno è raro; ed in generale le pareti dei vasi trattengono i globuli solidi contenuti nel sangue lasciando ſtrapelare, non mai però troppo facilmente, le sole parti fluide del liquido nutritivo. Così si espande parte dell' acqua contenuta in molta copia nel sangue, traendo seco un po' di sali e qualche altra materia solubile nel siero; e nello stesso modo, e per le sole proprietà fisiche delle pareti del sistema vascolare, ponno anche svolgersi i gas disciolti nel sangue.

Per rendere evidente questo fenomeno basta injettare nelle vene di un animale vivo certe sostanze che mancano naturalmente al sangue, ma solubili in esso e facilmente reperibili; dopo qualche tempo se ne troveranno indizj in tutti i liquidi sparsi nelle diverse cavità del corpo, dove si accumularono per effetto dell'esalazione. Il prussiato di potassa injettato nelle vene di un cane si porta tosto, e tosto si rinviene nel liquido acqueo contenuto nel torace e nell'addome; e tutti sanno che le materie odorose, come sarebbero i liquori spiritosi, assorbite ed introdotte nel torrente della circolazione, presto esalano dai vasi superficiali del polmone e sfuggono coll'aria espirata.

§ 147. **Meccanismo dell'esalazione.** — L'esalazione, la quale avviene in tutti gli esseri viventi, non è prodotta, come lo sono quasi tutte le funzioni fisiologiche, dalle forze vitali, ma è fenomeno essenzialmente fisico, ed indipen-

dente dalla vita, la quale però può modificarlo. Infatti tutto ciò che costituisce una vera esalazione si osserva tanto nel cadavere quanto nell'individuo vivente; anzi è più facile riscontrare molti degli effetti di questo fenomeno dopo la morte perchè allora non trovano impedimenti a manifestarsi.

Se nell'apparato di circolazione di un animale morto da poco tempo si injetta una soluzione di colla tinta con minio finamente macinato, giunta che sia quell'injezione rossa nei vasi capillari si vede spandersi da essi l'acqua e la colla scolorata, ma il minio vien trattenuto in quei sottilissimi tubetti. Il sangue che, mentre l'animale è vivo, scorre senza interruzione in quelle parti dell'apparato circolatorio si comporta allo stesso modo; i globuli e gli altri elementi meno fluidi trovansi, come il minio, arrestati dalle pareti dei vasi, e parte dell'acqua del siero filtra a traverso le pareti coi sali proprj al sangue e sciolti in essa, ed unitamente ad una piccola quantità di albumina (nel modo stesso che filtrarono l'acqua e la gelatina dell'injezione testè accennata); poi spandesi nelle parti vicine, o sfugge al di fuori.

§ 148. Dunque l'esalazione è un fenomeno d'imbibizione come l'assorbimento, ed a torto molti fisiologi lo attribuirono a delle boccuccie che, per ipotesi, supposero specialmente destinate a dar passo ai fluidi esalati; ma che realmente non esistono. Il meccanismo dell'esalazione è identico a quello dell'assorbimento, coll'unica differenza che la corrente dell'uno cammina in direzione opposta a quella dell'altro. Tutte le parti nelle quali risiede una di queste funzioni ponno anche essere la sede dell'altra, ed in generale si eseguiscono simultaneamente nelle stesse parti; infine tutto ciò che tende a modificare l'una modifica anche l'altra di queste funzioni.

Così la tessitura più o meno spongiosa di un organo, e quindi più o meno favorevole all'imbibizione, giova a promovere in esso tanto l'assorbimento che l'esalazione; ed a circostanze pari l'una e l'altra di queste funzioni sono tanto più attive quanto la parte che ne è la sede è maggiormente provveduta di vasi sanguigni.

Sono invece opposte, in queste due funzioni, le risultanze conseguenti dalla massa dei liquidi contenuti nel corpo:

e quanto sarà maggiore la quantità dei liquidi tanto più copiosa ne sarà l'esalazione, minore l'attitudine ad assorbire più oltre.

In esse influisce moltissimo anche la pressione che il sangue sopporta dentro i vasi; quando nelle vene la circolazione trovasi impedita in modo che il sangue sia forzato ad accumularsi in un punto qualunque, la parte sua più fluida esala abbondantemente nelle parti attigue, e le gonfia; come scorgesi ovunque si facciano delle strette allacciature.

§ 149. **Sede dell'esalazione.** — L'esalazione può aver luogo tanto alla superficie del corpo che è in contatto coll'atmosfera, come nelle cavità più o meno grandi, le quali non hanno libera comunicazione coll'esterno; quindi importa distinguere le *esalazioni esterne* dalle *interne*.

§ 150. L'*esalazione esterna*, che non deve venir confusa col sudore, ha luogo tanto per la superficie del polmone come per quella della pelle, e dicesi anche *traspirazione insensibile*, perchè per essa l'acqua sfugge evaporando in modo impercettibile ai sensi. Le perdite subíte per questa via dell'uomo e degli altri animali sono notevolissime; il peso di un uomo adulto e sano è invariabile perchè le molte perdite fatte col mezzo delle diverse escrezioni vengono equilibrate dal peso degli alimenti giornalieri. Secondo le esperienze di Santorio parrebbe che spesso debbansi alla traspirazione insensibile i cinque ottavi delle perdite or ora accennate.

Ma l'evaporazione fatta dalla superficie del corpo non ha sempre la medesima intensità, ed anche in questo caso l'influsso degli agenti fisici ci si presenta eguale e nel cadavere e nell'individuo vivo. E nell'uno e nell'altro l'alta temperatura, l'aria agitata o secca, la diminuita pressione atmosferica, ecc., aumentano le perdite provocando una maggiore traspirazione.

Deve pur anche attribuirsi ad un fenomeno di esalazione lo svolgimento dell'acido carbonico, il quale, come (§§ 124, ecc.) si è già indicato, accompagna l'atto di respirazione.

§ 151. Le *esalazioni interne* hanno luogo alla superficie delle pareti della cavità più o meno largamente aperte nel corpo; e constano esse pure della secrezione di acqua, mista ad una poca quantità di materie animali e di sali contenuti nel sangue, dal quale provengono essi liquidi. Tale è l'origine degli umori che bagnano perennemente le mem-

brane sierose, le quali involgono i grandi visceri della testa, del petto e dell'addome; del siero che inzuppa le lamelle del tessuto conettivo, sparso con tanta profusione in tutto il corpo e di parte degli umori che riempiono il bulbo dell'occhio.

Siccome queste esalazioni interne avvengono dentro cavità chiuse, è evidente che la massa dei liquidi che raccogliesi in que' serbatoi, andrebbe crescendo indefinitamente se le pareti che gli esalano, non potessero anche riassorbirli con pari attività. Nell'animale sano queste due funzioni avvengono simultaneamente e si compensano in modo che la quantità di liquido contenuta in quelle cavità si mantiene quasi sempre la stessa; talvolta però quest'equilibrio si sbilancia, e se l'esalazione è più attiva dell'assorbimento i liquidi ammassandosi producono le malattie conosciute col nome di *idropi* (1).

SECREZIONI.

§ 152. Abbiamo detto che per secrezioni s'intendono gli umori speciali prodotti dall'economia a scapito del sangue, e che differiscono essenzialmente dalla parte sierosa di questo fluido.

§ 153. **Degli organi secretori.** — I principali stromenti, mediante i quali la natura procede a quel lavoro chimico-vitale, compongonsi di cavernette, il più spesso, molto piccole, simili a borse od a canaletti tenuissimi, fornite di gran numero di vasi sanguigni e di filamenti nervosi. Questi organi con nome generale diconsi GHIANDOLE; ma siccome sono costrutte in modo essenzialmente diverso le une dalle altre, così distinguonsi in *ghiandole perfette*, o *propriamente dette* ed in *imperfette* o *ganglj vascolari*. Le prime hanno

(1) Quei ristagni di liquido prendono nomi diversi secondo la parte nella quale raccolgonsi. Più propriamente dicesi *idrope* od *idrope ascite* le masse dell'acqua nella cavità dell'addome; *idrope del petto* quella che si forma tra le pleure o sia tra le membrane che involgono i polmoni; *idrope del cuore* quella del pericardio o della membrana tegumentale del cuore; *idrocefalia* l'idrope prodottosi nelle membrane del cervello, ed *edema* il ristagnamento del liquido nel tessuto cellulare delle diverse parti del corpo.

un orifizio pel quale versano al di fuori i prodotti segregati; le altre sono chiuse, e le elaborazioni loro escono solo per assorbimento o per rottura.

§ 154. La disposizione delle GHIANDOLE PROPRIAMENTE DETTE è molto varia; ma studiandole attentamente ponno riferirsi tutte a due tipi principali, secondo che composte o di sacchetti ad orifizii più o meno angusti, o di minutissimi canaletti; solo differendo in quanto al resto pel modo col quale si aggruppano quelle loro parti, diremmo quasi, elementari.

§ 155. Le borsicine segreganti, testè accennate, ponno comprendersi anche sotto il nome comune di *follicoli.* Ridotte alla maggiore semplicità constano di piccole depressioni escavate nella superficie di certe membrane, nel quale stato rassomigliano meglio a fossette che non a sacchetti; allora diconsi *cripte*, ed abbondano nelle membrane mucose. Quando le cavità sono più profonde ed i lembi delle loro aperture si stringono come il collo di un fiasco si nominano più propriamente *follicoli.* I follicoli che si trovano alla superficie di una membrana, e sboccano ciascuno per un orifizio distinto, vengono detti *semplici*; tali sono quelli che già abbiamo notati nella mucosa del tubo digestivo. Quando invece, benchè stretti gli uni addosso agli altri nonpertanto conservano separate le aperture, allora si dà loro il nome di *follicoli aggregati* (le ghiandole di Meibomio, esistenti sul lembo delle palpebre, e le ghiandole gastriche di alcuni mammiferi, comprendonsi in questo numero). Talora non sono soltanto aggregate, ma riunendosi più intimamente sboccano all'esterno per un piccolo numero di orifizii, od anche per un orifizio unico e comune a tutte; disposizione caratteristica dei *follicoli agglomerati*, esistenti anche nelle amigdali, le quali giacciono ai lati dell'istmo della gola. In ultimo, alcuni di quei sacchetti secretori, invece di aprirsi quasi tosto all'esterno, vi giungono mediante un collo più o meno lungo, rassomigliando così ad un'ampolla attaccata all'estremità di un tubo, ed allora o restano tuttora isolate, o ricordano le forme di un grappolo, raccogliendo mano mano in un unico condotto escretore i moltissimi canaletti di cadauna vescichetta, la quale si attacca alle punte di ciascun canaletto, come lo sarebbe di un ácino (fig. 50). Questi, che potrebbero anche dirsi *follicoli ampollacei*, s'incontrano isolati e semplici sotto la

pelle di alcuni pesci, anzi pare che, foggiati a questa guisa, costituiscano nella pelle dell'uomo le ghiandole sudorifere; quando invece si aggruppano intorno ad un canale escretore ramoso e comune (fig. 50) danno origine a quasi tutte le *ghiandole composte*, che gli anatomici dicono *ghiandole conglomerate*; le ghiandole salivali ed il fegato dei mammiferi sono precisamente di questo numero.

Fig. 50. *Intima struttura di una glandula composta* (La parotide.)

§ 156. Gli organi secretori, i quali prolungansi in tubi, presentano essi pure delle differenze analoghe alle testè indicate. E quei tubi, che variano in lunghezza ed il più spesso sono chiusi all'uno dei capi, mentre per l'altro che rimane aperto sgorgano il liquido segregato, ora sono semplici ed isolati aprendosi ciascuno direttamente al di fuori, come lo si vede nelle ghiandole che lubrificano la pelle di certi pesci, e nei vasi biliari di molti animali inferiori; ora aggomitolandosi, senza però unirsi e farsi dipendenti, costituiscono un'unica massa, disposizione facile a notarsi in quelle appendici, le quali in alcuni pesci pajono sostituirsi al pancreas. Altre volte, essendo tuttora aggregati e semplici, si allungano e si addossano gli uni parallelamente agli altri, e così disposti sboccano in una cavità comune, rassomigliando a cellette o canali; le ghiandole gastriche di molti uccelli sono costituite a questo modo. Infine (fig. 51) in alcuni organi si fanno lunghissimi, senza mutar di calibro, si aggomitolano, e terminano in un condotto escretore o non ramificato alla sua origine, e solo pochissimo; si notano di simili ghiandole conglomerate nei reni ed in altri organi principalissimi. Si aggiunga che molte ghiandole composte vanno fornite di un serbatojo situato lungo il condotto escretore, dentro il quale può accumularsi il liquido segregato; tali sono e la

vescicola del fiele già mentovata (fig. 24), e la vescica dell'orina (fig. 52).

§ 157. La conformazione delle *ghiandole imperfette* è anche più svariata. Le une sono formate da cellette internamente chiuse, ora isolate, ora agglomerate; altre, dette anche *gangli vascolari*, compongonsi essenzialmente di vasi sanguigni o linfatici, i quali, dopo che si divisero in delicatissimi ramoscelli, tornano a riunirsi. Ad esempio delle prime citeremo le vescicole ovarie e le cellule adipose, dentro le quali si forma il grasso; per le seconde la ghiandola tiroide (2), il timo (3), la milza (fig. 24) ed i gangli mesenterici (fig. 26), dei quali ultimi si è fatta parola dicendo dell'assorbimento del chilo (§ 75).

Fig. 51. *Struttura dei reni* (1).

Pare che i gangli vascolari servano a modificare i liquidi che scorrono in essi: ma siccome in questo soggetto non vi ha nulla di certo, così ci asterremo dal trattarne più oltre, e parleremo piuttosto degli organi secretori veramente detti.

§ 158. **Natura del lavoro di secrezione.** — Gli organi, dei quali abbiamo testè descritte le forme principali, sono sempre disposti in modo da formare una lamina membranosa molto estesa, la superficie esterna della quale

(1) *A* spaccato verticale dei reni; — *a* sostanza corticale; — *b* sostanza tubulare; — *c* calice o pelvi; — *d* condotto dell'uretere.

B Struttura interna di essa ghiandola; — *a* parte terminale dei tubi urinari; — *b* parte midollare di essi tubi; — *c* loro sbocco nella pelvi.

(2) Il corpo *tiroide* è una massa ovale, molle, spugnosa, di apparenza ghiandolare, che giace nella parte anteriore ed inferiore del collo, sopra la trachea-arteria (fig. 23, § 60); il più spesso è maggiore nei ragazzi che negli adulti; esiste presso che in tutti mammiferi, e manca agli uccelli, a quasi tutti i rettili, ai pesci ed agli animali inferiori. Gonfiandosi per malattia dà origine ai tumori noti col nome di *gozzo*.

(3) Il *timo* è una massa ghiandolare situata nel petto, tra i due strati del mediastino anteriore (che è un tramezzo formato dall'aderenza delle pleure, e dentro il quale trovasi ricettato il cuore); questa ghiandola è molto sviluppata nel feto, ma dopo la nascita va decrescendo sino ad essere affatto atrofizzata negli adulti.

è bagnata dal fluido nutritivo (1) e che il più spesso, colla parete interna, che è coperta da uno strato più o meno denso di cellette od otricelli, ed è libera, circoscrivono una cavità. L'umore segregato geme dalla parete interna, ed i materiali di esso sono attinti al sangue. Una ghiandola può dunque paragonarsi ad un filtro che interposto fra il sangue ed una cavità non vi lascia entrare che certe determinate materie, e che modifica anzi qualche volta la natura chimica delle sostanze le quali va separando (2).

§ 159. I liquidi prodotti dal lavoro di secrezione per mezzo delle ghiandole variano tra loro moltissimo, e differiscono anche dal sangue e dal siero che venisse spogliato della fibrina e dei globuli sanguigni. Ordinariamente contengono in molta copia delle materie che sono scarsissime nel liquido nutritivo; anzi talvolta delle sostanze che la chimica non ha ancora ritrovate nel sangue o che presentansi sempre combinate con altri principj, dai quali vengono poi separate mediante quei processi di secrezione. Così ora contengono degli acidi liberi, quantunque il sangue dal quale hanno origine sia alcalino; ora sono molto più alcalini dello stesso sangue; ora infine trovansi controdistinti dalla presenza di certe sostanze che non si riscontrano in nessuna altra parte del corpo, quali sarebbero l'urea, il caseo, il butirro.

§ 160. Un tempo si credeva che le ghiandole potessero creare, a spesa dell'albumina o di altre materie contenute nel liquido nutriente, tutte le sostanze le quali, come l'urea, trovansi abbondanti in certi umori, ed il più spesso mancano al sangue; ma le esperienze sopra indicate provano che i materiali costituenti le secrezioni liquide preesistono quasi sempre, e forse sempre, nel sangue, e che se la chimica non giunse a scoprirveli, ciò dipende dall'essere tanto scarsi da sfuggire ai mezzi d'analisi attualmente posseduti.

(1) I vasi sanguigni che si spargono in una ghiandola si diramano intorno alle vescichette od ai tubi escretori costituenti questo organo, ma non comunicano mai direttamente colla cavità interna di esse vescichette o dei tubi: è erronea l'opinione di quegli anatomici che credettero che le radici dei canali escretori si prolungassero senza interruzione sino nelle ultime divisioni dei vasi sanguigni.

(2) Secondo le più recenti osservazioni parebbe che le cellulette od otricelli componenti lo strato interno delle pareti degli organi ghiandolari sieno gli stromenti delle secrezioni loro, e parebbe altresì che essi otricelli si rinnovino con molta celerità per supplire quelli tra loro che contenendo le materie secrementizie, ed essendo giunte a maturanza si staccano e si vuotano o rompendosi, o perchè se ne distruggono le pareti.

Così l'urina segregata dai reni contiene, nell'uomo, nel cane ed in quasi tutti i mammiferi, molta dose di urea; eppure nelle più ordinarie condizioni non se ne trova la menoma traccia nel loro sangue. Se l'urea venisse prodotta dai reni, dove pur formasi l'urina, è evidente che distrutti quegli organi essa dovrebbe mancare all'organismo; ma invece, l'urea si manifesta nel sangue appena eseguita quell'operazione, e dopo qualche tempo può dirsi che vi abbondi. Dunque i reni non producono l'urea, ma solo la separano dal liquido nutritivo mano mano vi si va formando, e si rende manifesta nel sangue quando venga sospesa la circolazione renale, perchè non essendo più sottratta dai reni si accumula in esso liquido.

§ 161. **Natura dei liquidi segregati.** — Quantunque i liquidi prodotti dai diversi apparati secretori sieno molto diversi l'uno dall'altro, pure non si è potuta scoprire nessuna relazione tra quelle differenze e la struttura delle varie ghiandole segreganti; anzi vi hanno dei casi nei quali una secrezione muta natura senza che sia possibile intravedere nessun cambiamento nell'organo segregante. Infine talvolta avvengono in via d'eccezione delle vere secrezioni in parti normalmente sfornite di facoltà segreganti: tale è il caso del *pus* che accompagna spesso le infiammazioni.

Non si conosce la natura del lavoro di secrezione, solo pare che il sistema nervoso abbia in esso molta influenza.

Alcuni dei moltissimi e svariatissimi liquidi, segregati dall'uomo e dagli animali, sono destinati a rimanere nel corpo e fungervi ufizii più o meno importanti; tali sarebbero gli umori dell' occhio, i sughi gastrici, la bile. Altri invece vengono tosto espulsi, e tra questi ve ne hanno di quelli che pajono solo destinati a sgombrare l'economia delle materie inutili e dannose; questi ultimi diconsi *escrezioni*, e prima fra di esse è la secrezione dell'urina della quale terremo ora parola.

SECREZIONE DELL'URINA.

§ 162. Questa funzione ha luogo nei *reni,* i quali, nel linguaggio di macelleria e famigliare vengono anche detti *rognoni.* E sono due grosse ghiandole, poste nell'addome, ad ambo i lati della colonna vertebrale; spesso involte in molta

pinguedine; il loro colore è rosso-bruno (fig. 52) e per la forma somigliano a due fagioli.

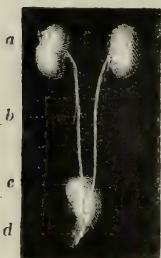



Fig. 52. *Apparato delle urine* (1).

In quanto alla sostanza compongonsi essenzialmente (fig. 51) di tubi secretori sottilissimi e lunghissimi, i quali nei mammiferi hanno l'estremità libera ripiegata in ogni direzione su sè stessa (*a*), poi vanno dritti al centro del lembo interno della ghiandola, costituendo un certo numero di fasci piramidali (*b*), la punta dei quali entra in una cavernetta membranosa detta il *calice* (*c*); la base, che è diretta all'infuori, si arrotonda sotto l'investimento formato dall'aggomitolarsi di quei canali; la quale massa agglomerata vien detta dagli anatomici *sostanza corticale dei reni* o *tubulosa*, e *sostanza midollare* l'altra costituita dai fascetti paralleli. In quasi tutti gli animali le piramidi non sono distinte che nei primi tempi di giovinezza, in alcuni però, come nell'orso e nella lontra, quella separazione è costante per tutta la vita, ed i reni loro si compongono sempre di molti lobi separati; ma in generale essi lobi presto si saldano intimamente, ed i loro calici che altro non sono se non canali escretori comuni riunisconsi in una borsa detta *bacinetto* o *pelvi* (fig. 51 *A*). In mezzo ai tubi secretori serpeggiano innumerevoli vasi capillari sanguigni che, nella parte corticale della ghiandola, intessono una rete finissima, dentro la quale notansi inoltre dei piccoli corpi sferici formati dagli stessi canali sanguigni aggrovigliati dentro le ampolle già indicate.

L'urina si segrega nella porzione corticale dei reni, e pei canali della sostanza midollare e pei calici difluisce nella pelvi; da dove è trasmessa alla vescica da un lungo tubo membranoso, grosso come una penna da scrivere, che dipartesi obliquamente dal serbatojo suddetto e vien nominato *uretére* (fig. 52 *b*). La *vescica* è un sacco conoideo, dentro cui si raccolgono le urine, e giace nella regione inferiore dell'addome, dietro quella parte anteriore del bacino che dicesi arco del pube (fig. 3); consta di una membrana mucosa cir-

(1) *a* Reni; — *b* Uretéri; — *c* Vescica; — *d* Canale dell'uretra.

condata da fibre muscolari, ed inferiormente si prolunga nell'angusto canale dell'*uretra.*

§ 163. L'*urina* è un liquido gialliccio ed acido; nell'uomo in condizioni normali, si compone di 95 centesime parti d'acqua, di 3 centesimi di una materia particolare detta urea, di un millesimo di acido urico, di minime quantità di acido lattico, e di diversi sali, come sarebbero il cloruro di sodio o sal marino, alcuni solfati alcalini, il fosfato di calce, ecc.

L'urina dei mammiferi carnivori, chimicamente parlando, è presso a poco eguale a quella dell' uomo, se non che manca dell'acido urico; negli erbivori è alcalina e contiene una sostanza particolare detta acido ippurico, e molto carbonato terroso; in quella degli uccelli e di quasi tutti i rettili, come le lucertole, ed i serpenti, non si trova che dell'acido urico; infine, l'urina delle rane e delle tartarughe contiene urea ed albumina. Pare che quella dei pesci abbia gli stessi componenti; l'acido urico esiste pure negli insetti. Nell'uomo l'urina muta natura sotto l' influenza di certe malattie.

§ 164. È facile a ciascuno l' osservare su sè stesso con quanta velocità le bevande passano nella vescica, e appena introdotte nello stomaco sono espulse per le vie urinarie; lo stesso avviene negli animali. Eppure non esistono comunicazioni dirette fra quei due organi, e perchè i liquidi dallo stomaco giungano alla vescica, devono essere assorbiti, mescolati alla massa del sangue, portati nella sostanza dei reni, e segregati da quelle ghiandole. Se, o per injezione o per assorbimento si introducano nel torrente della circolazione certe sostanze facilmente reperibili, quali sarebbero il rabarbaro, l'indigo, la robbia, la gomma-gotta, od il cianuro giallo di potassio e di ferro, poco stante si vedono espulse colle urine; ed i reni, come lo si è avvertito, attingono dal sangue gli elementi costituenti le urine.

§ 165. V'hanno altresì molte circostanze le quali influiscono sull'attività di quest'organo in modo da modificare o la misura del liquido segregato, o la quantità delle materie solide che, elaborate dai reni, trovansi in esso disciolte.

La quantità dell'acqua contenuta nelle urine dipende più ch'altro dalla misura che se ne è introdotta nello stomaco.

L'acqua introdotta nel sangue per assorbimento lo abbandona più o meno presto, così che, qualunque sia la

misura dell'acqua bevuta, l'equilibrio è ristabilito in poco tempo; questa sottrazione ha luogo per una doppia strada cioè e mediante i processi dell'esalazione polmonare e cutanea, e per la secrezione urinaria. Ma siccome queste due funzioni si suppliscono vicendevolmente, e la massa dei liquidi circolanti è una sola, ne consegue che tutto ciò che diminuisce l'una aumenta l'altra funzione.

Il calore aumentando la traspirazione dei corpi, diminuisce perciò la secrezione delle orine, quindi questa secrezione è più attiva nell'inverno che nell'estate; e quando si sia bevuto molto si può determinare l'espulsione del liquido o per l'una via, o per l'altra secondo che si metta in condizioni favorevoli alla traspirazione, od alla secrezione orinaria.

La quantità delle sostanze solide espulse dai reni e disciolte nell'acqua delle urine dipende in gran parte dalla abbondanza, e dalla natura degli alimenti.

Il signor Chossat provò infatti come nutrendosi di un'unica qualità d'alimenti, e solo variandone la quantità, variano nelle stesse proporzioni e l'urea ed i diversi principj espulsi dai reni, meno però l'acqua. Essi diminuiscono anche per un'astinenza rigorosa, e crescono invece quando i cibi vengano presi in molta copia, non però tale da renderne difficile la digestione.

Inoltre si ebbe a conoscere che la secrezione delle materie solide aumenta tanto più quanto le sostanze alimentari sono più animalizzate, cioè quanto è maggiore l'azoto che contengono.

In fine anche lo stato dell'economia dell'animale ha molta parte sui risultati della secrezione urinaria; e tutto ciò che lo indebolisce pare rallenti questa funzione, la quale però non viene interrotta neppure per lunghissima od intiera dieta.

§ 166. Qualche volta l'urina depone nelle vie che percorre le sostanze in essa disciolte; e quei depositi diconsi *renelle* e *calcoli orinari*.

Le *renelle* constano sempre di acido urico, e dipendono dalla soverchia abbondanza di esso principio; in generale depongonsi nei reni, da dove vengono esportate dalle urine. I *calcoli orinari* sono concrezioni più voluminose, che talvolta formansi nei reni, ma il più spesso nella vescica, dove si arrestano e s'ingrossano per l'addizione di nuovi depositi fatta dall'urina stessa.

DELL'ASSIMILAZIONE E DELLA DECOMPOSIZIONE NUTRITIVA.

§ 167. **Dell'assimilazione.** — Studiando le varie funzioni ora prese in esame abbiamo visto la continua necessità che hanno gli animali di introdurre nei corpi loro le diverse materie attinte al mondo esterno; le quali sostanze, così introdotte nell'economia, servono ad un duplice uso; od a formare le varie parti di cui si compone lo stesso loro corpo, o ad alimentare la combustione respiratoria che avviene incessantemente nell'organismo di ogni essere vivente.

Tanto gli animali come le piante non hanno facoltà di creare nessuno dei corpi semplici che formano la loro sostanza, dunque è necessario che tutti quegli elementi si trovino nelle materie estranee che essi vanno introducendo.

Già ci avvenne di conoscere che i materiali primi dell'organismo sono essenzialmente il carbonio, l'azoto, l'idrogeno e l'ossigeno, ma che alla formazione degli organi o degli umori dell'economia animale occorrono inoltre altri corpi semplici, quali, per esempio, lo solfo, il fosforo, il calcio. Da ciò consegue che le sostanze estranee introdotte nell'organismo devono contenere non solo carbonio, azoto, idrogeno ed ossigeno, ma spesso anche calcio, fosforo, solfo, ecc.

Inoltre gli animali non hanno la facoltà di determinare la combinazione di questi diversi elementi chimici in modo da dar origine a quei principj composti dei quali deve formarsi l'organismo; quindi non basta loro il ricevere dal mondo esterno gli elementi primi, ma bisogna che questi sieno già combinati in modo adatto a prender posto nell'economia. Un animale non può sopperire ai bisogni della nutrizione introducendosi del gas idrogeno, del gas azoto, del carbonio, ecc., ma perchè quelle materie gli siano proficue è indispensabile che formino già tra loro certe date combinazioni.

L'azoto ed il carbonio, essenziali alla costituzione delle parti viventi dell'economia animale, devono trovarsi così combinati coll'idrogeno e coll'ossigeno, da formare quelle sostanze complesse e poco durevoli che si designano coi nomi di *principj organizzabili*, od anche di *materie viabili*.

Ora queste composizioni non ponno prodursi se non per forza vitale, e sole le piante sono capaci di dar origine a queste composizioni primitive. Quindi è che il regno vegetale fornisce sempre agli animali, o direttamente, o per l'intermezzo dei corpi di qualche essere animato, non solo il carbonio e l'azoto loro necessarj, ma anche una certa misura di idrogeno, e di ossigeno. Per lo più l'idrogeno e l'ossigeno concorrenti nella formazione dell'organismo sono nello stato di acqua; infine il calcio, il fosforo e gli altri elementi accessorj formano generalmente delle combinazioni saline, e ponno anche essere direttamente forniti, in uno coll'acqua, dal regno minerale.

Per ciò che spetta le materie estranee assunte per alimentare i fenomeni della respirazione generale in tutti gli animali, abbiamo già visto che esse sono da una parte l'ossigeno, dall'altra alcune materie carbonate ed idrogenate le quali combinandosi coll'elemento comburente danno origine all'acido carbonico ed all'acqua. Onde l'ossigeno possa abbruciare le materie combustibili deve trovarsi libero, quindi gli animali lo attingono direttamente dall'atmosfera. Le materie carbonate e le idrogenate, le quali devono alimentare la combustione respiratoria sono dei composti organici, o delle materie viabili analoghe alle testè indicate come necessarie alla costituzione delle parti viventi del corpo degli animali.

Riassumendo dunque: qualunque animale per sopperire ai bisogni del lavoro nutritivo deve introdurre nella profondità del proprio organismo dell'ossigeno libero, delle materie organizzate contenenti molto carbonio, dell'idrogeno, dell'azoto, dell'acqua e diversi sali.

Sappiamo già come l'introduzione delle materie estranee abbia luogo per imbibizione, e sappiamo altresì che non ponno essere *assorbite* se non quando trovinsi molto suddivise, così, per esempio, negli stati liquido o gazoso. Dunque l'acqua, e le materie saline in essa disciolte si trovano nelle condizioni più opportune; ma invece le materie organizzabili, il più spesso sono solide, quindi, onde possano aver adito nella profondità dell'organismo, fa d'uopo che sieno fatte solubili e vengano liquefatte. Il quale processo dissolvente vien detto la *digestione*.

Il trapasso delle molecole dall'esterno all'interno, che vien fatto per mezzo dell'assorbimento, può aver luogo in ogni punto della superficie di un corpo vivente; la quale super-

ficie constando interamente o della pelle, o della mucosa che investe la cavità digestiva, o dell'altra parte di mucosa che è particolare all'apparato della respirazione, ne consegue che triplice è la strada per la quale le materie estranee vengono immesse nell'economia.

Siccome però l'uomo, e tutti gli animali superiori, hanno la pelle inverniciata da uno strato epidermico poco permeabile, essa assorbe molto lentamente i fluidi che la bagnano, diversamente della mucosa di ambe le cavità digerente e respiratoria che è fornita di molta maggiore attività assorbente. Ciò essendo, i materiali costituenti l'organismo, non entrano negli animali se non in pochissima quantità per mezzo della pelle, e l'immissione loro ha luogo quasi soltanto per le mucose suaccennate.

L'ossigene libero è introdotto dalla superficie respiratoria, e per la stessa via entra pur anche una parte dell'acqua necessaria all'economia animale; però il volume maggiore di questo liquido è introdotto nella cavità digestiva come bevanda, poi viene assorbita dalle pareti dello stomaco. Infine la mucosa dalla cavità digestiva assorbe anche le materie organiche dalle quali l'animale attinge il carbonio e l'azoto che lo fanno esistere; le quali materie costituiscono gli *alimenti* veramente detti, e per potere essere assorbite è d'uopo sieno prima sottoposte ad un' apposita elaborazione, ossia alla digestione.

§ 168. Gli elementi nutritivi mischiansi col sangue, come lo abbiamo più volte ripetuto, e si fanno parti integrali di esso. Il qual liquido, elaborato da processi che ci rimangono ignoti, si arricchisce così dei principali materiali dei quali devono la loro volta formarsi i tessuti, e spinto dal moto di circolazione per ogni parte del corpo fornisce a ciascuna di esse quanto hanno d' uopo per conservarsi e per crescere. Quei nuovi materiali destinati a far parte dei tessuti viventi preesistono dunque nel liquido nutritivo che gli percorre, o vi si formano mediante le alterazioni che quelle stesse parti producono in talune delle sostanze contenute nel sangue; infine ogni tessuto vivente sceglie in certo modo dal liquido le molecole simili a quelle delle quali è composto, le arresta, se le appropria e loro imparte la propria forza vitale.

Il fenomeno della ASSIMILAZIONI *risulta dalla deposizione delle nuove molecole nella profondità della sostanza delle*

parti vive, dall' ordinarsi che fanno in un tessuto organico e dalla loro compartecipazione alle proprietà vitali.

Nulla si sa di certo sul modo col quale ha luogo l' assimilazione, e non si conosce neppure in qual modo le materie nutritive sfuggono dai vasi sanguigni per prendere un posto stabile nella sostanza dei tessuti. Probabilmente, il solo siero, carico di fibrina, passa per imbibizione dai vasi capillari nella profondità delle parti solide circostanti, ed il liquido così espanso, poi che ha deposti alcuni de' suoi elementi, è riassorbito dai vasi linfatici, e da essi trasportato sotto forma di *linfa* al centro dell' apparato circolatorio, viene così restituito al sangue da cui provenne.

Ma per quali leggi un tessuto, essenzialmente costituito da fibrina, scerne dal liquido nutriente la sola fibrina, mentre un altro tessuto, composto di albumina, non vi sottrae se non quella sostanza; od un terzo, che contiene sali calcarei, attinge dal sangue nuove quantità di quegli stessi sali? Perchè le molecole così scelte dispongonsi sempre con tal ordine da formare nelle diverse parti dell' economia una determinata tessitura, e da conservare nel loro assieme delle forme costanti? Come infine partecipano alla vita di cui sono già dotate le molecole alle quali si aggregano? È impossibile rispondere a questi quesiti, i quali forse spettano a fenomeni troppo vicini all' essenza della vita, perchè sieno accessibili alle nostre investigazioni. Solo è a notarsi che nelle specie le quali hanno un sistema nervoso molto sviluppato, pare che quell' apparato influisca potentemente su tutti i fenomeni della nutrizione.

§ 169. In ogni modo il lavoro di assimilazione è principalmente attivo nei primordii della vita, nel qual tempo il volume totale del corpo cresce rapidamente. Il *crescere* infatti, è carattere comune a tutti i viventi, nei quali, trascorso poi un tempo determinato, questo movimento si rallenta o si arresta. Pare che il periodo di accrescimento sia maggiore negli animali inferiori che negli altri, i quali tengono un posto più elevato nella serie zoologica. Talune fra quelle prime specie aumentano in volume per tutto il tempo di loro esistenza, mentre d' ordinario gli ultimi hanno già tocche le maggiori dimensioni avanti che sieno giunti al terzo ed al quarto della vita. Anzi più varia, e di molto, la durata del periodo di accrescimento dei diversi organi di uno stesso individuo; alcune parti, come la ghiandola detta

timo, s'arrestano al momento della nascita; altre, e principalmente le ossa, toccano l'ultimo loro sviluppo nell'età adulta; ve ne hanno infine di quelle che seguitano a crescere sino all'ultima vecchiaja, quali sarebbero le unghie, i peli, ed in generale i tessuti epitelici.

§ 170. Per la forza assimilatrice non solo si depongano nuove molecole dentro le parti viventi già organizzate, ma qualche volta, agendo più attivamente, essa dà origine a delle parti novelle. Perciò quasi tutti gli animali ponno fino ad un certo limite reintegrare le parti mutilate mediante un lavoro analogo a quello della nutrizione ordinaria. Così la piaga prodotta nel corpo dell' uomo si cicatrizza formando una nuova pelle, ed un nuovo tessuto osseo salda l'osso che si è infranto riempiendone i vuoti, e cementandone le scheggie. Questa attitudine alla rigenerazione è poi potentissima negli animali inferiori; tutti sanno che le lucertole riproducono la coda quando venga loro a spezzarsi, benchè quell'organo sia complicatissimo; e si è potuto accertarsi che i gamberi ed i ragni ricacciano una zampa novella in cima al moncherino rimasto dopo una mutilazione. Le esperienze istituite sulle salamandre o lucertole acquatiche diedero risultanze anche più maravigliose, giacchè le si videro riprodurre tutto un occhio, o parte del capo; infine i lombrici ed altri annelidi ricostruiscono il corpo quasi per intero, ed un frammento qualunque d'un'idra o polipo d'acqua dolce (fig. 2) reintegrandosi può produrre un individuo perfetto.

§ 171. Esistono inoltre molte altre circostanze che ora non ci è dato prendere ad esame, e per le quali il lavoro dell' assimilazione può essere fatto più attivo, o rallentarsi, o mutar direzione. Così in alcune malattie sospendesi la nutrizione, ed in altre certi tessuti mutano natura. Bisogna infine avvertire che non tutte le parti del corpo si nutrono colla stessa rapidità; per accertarsene basta osservare i cambiamenti di forma che avvengono spesso coll' età, i quali cambiamenti dipendono principalmente dall' attività maggiore o minore colla quale si sviluppano date parti in confronto di altre. Dalla nascita all'età adulta, crescono nell'uomo più presto le membra di quello che aumenti il tronco; quindi in generale meno l' individuo è giovane, minore è la loro prevalenza sul volume del tronco.

§ 172. **Delle escrezioni.** — *Mentre le parti vive*

attingono in questi modi le nuove molecole, e le incorporano alla loro sostanza, avviene in esse anche un processo inverso di decomposizione che, con risultato opposto, separa le molecole costituenti i tessuti e le espelle dal corpo; il quale movimento interno, quantunque sfugga ai nostri sensi, è certificato da moltissime esperienze ed osservazioni.

Così mentre un osso va crescendo per le nuove parti che s' aggiungono alla sua superficie esterna, egli si svuota nell' interno in conseguenza della distruzione e del riassorbimento dei tessuti dei quali originariamente si componeva, ed in poco tempo se ne rinnova tutta la sostanza senza che la forma ne sia stata sensibilmente mutata. Così pure si rinnovano ed il tessuto otricellare che investe la superficie libera della pelle, e le membrane mucose, e le cavità ghiandolari. Le nuove parti che si formano continuamente negli strati più profondi di queste tuniche epiteli spingono davanti a sè gli otricelli più antichi, i quali o si staccano e cadono, o si distruggono a poco a poco.

Questo modo di rinnovarsi dei materiali costitutivi continua evidentemente, in qualche parte dell' economia, per tutta la vita, e molti fisiologi ne indussero che avvenisse lo stesso in tutto il corpo e che pel continuo mutarsi della materia dopo poco tempo non vi esistesse più nessuna delle sostanze delle quali prima si componeva. Ma questa opinione manca di documenti valevoli, anzi è probabile che la maggior parte degli organi tosto che hanno finito di crescere rimangano stazionarj, e non assimilino più elementi nuovi, e non perdano nessuna delle molecole che gli compongono. Ma però questo stato di riposo non è costante, perchè pare che quando il sangue che circola nel corpo difetta di certi principj che gli dovevano essere forniti dagli alimenti, gli disciolga e gli sottragga dagli organi che va attraversando. Le curiose esperienze istituite dal sig. Chossat mostrarono che quando gli uccelli non hanno trovato negli alimenti la quantità necessaria di materie calcari, a poco a poco vanno perdendo il fosfato di calce che entra nella composizione delle loro ossa.

Ora il sangue fornendo, come lo si è visto, i materiali dei diversi umori che l' economia animale espelle continuamente per via delle secrezioni, s' impoverisce sempre più, e finirebbe collo spogliare gli organi dei principj solubili in essi contenuti se l' introduzione di sostanze estranee non lo

mantenesse sempre saturo di quei principj. Da ciò consegue che questa introduzione nell'organismo delle materie alimentari non è solo necessaria per sviluppare le parti viventi, ma anche per conservare i tessuti già esistenti impedendo il riassorbimento dei loro materiali costitutivi.

Infine la distruzione delle materie organiche contenute nell'economia consegue pure dalla combustione respiratoria che ha luogo per entro la stessa economia animale. Mediante il quale fenomeno (continuamente alimentato dall'ossigeno assorbito nell'atto della respirazione, e che ha luogo in tutte le parti del corpo, anche le più profonde, nelle quali scorre il sangue) formasi una certa quantità d'acido carbonico, ed un po' d'acqua. Il carbonio e l'idrogeno vengono sottratti alle materie organiche od organizzate, o contenute nel liquido nutriente, o che gli vengono a contatto nei capillari, ed in questo processo fanno l'ufizio di combustibili; in questo modo si distruggono nell'interno dell'organismo quei materiali complessi, e dalle sperienze del sig. Dumas e di altri fisiologi parrebbe che quando il sangue difetta di combustibili organici quella maniera di fuoco vitale è mantenuta a scapito della sostanza dei tessuti.

Dunque gli alimenti devono fornire incessantemente al sangue le materie combustibili necessarie alla trasformazione dell'ossigeno assorbito nell'atto della respirazione, in acido carbonico ed in acqua; e contemporaneamente queste stesse sostanze nutritive somministrano a ciascun organo gli elementi necessari al suo sviluppo, e sopperiscono ai bisogni del lavoro di secrezione.

Del resto sia che le materie carbonate ed idrogenate, le quali vengono combuste nell'interno dell'economia animale sotto l'influenza dell'ossigene inspirato, provengano direttamente dagli alimenti, sia che vengano sottratte dai tessuti nei quali già s'organizzarono e si appostarono i materiali forniti dalle stesse sostanze alimentari, non per ciò resta meno dimostrato che in ultima analisi la combustione respiratoria viene mantenuta mediatamente od immediatamente coll'ajuto delle materie estranee od alimentari, e quindi che il corpo per mantenere la propria massa deve continuamente ricevere dal di fuori, sotto forma di alimenti, una somma di combustibili organici equivalente a quella delle sostanze che si distruggono nei modi sopra accennati.

Quelle poi tra le materie alimentari le quali non con-

tengono nè carbonio, nè idrogeno, nè ossigeno, come sarebbero la fecola e lo zucchero, possono essere trasformate in acido carbonico od in acqua, senza lasciare nessun residuo; ma la combustione vitale delle materie azotate dà origine ad altri prodotti, i quali, perdendo carbonio, si arricchiscono di azoto e costituiscono dei principj organici particolari, quali, a modo d'esempio, l'urea e l'acido urico.

§ 173. Pare, secondo le recenti esperienze di Dumas, Boussingault e Payen, che tutte le trasformazioni, le quali hanno luogo nell'economia animale, conseguano da questa maniera di combustione, ora più, ora meno attiva, e che questi esseri formino tutti i diversi prodotti che la chimica ci va manifestando, sia nei tessuti che negli umori, od ossidando sempre più le materie organiche, o sottraendo a quei composti, per mezzo della combustione, una certa misura di carbonio o d'idrogeno; e pare altresì che le materie abbondantemente fornite di carbonio, e necessarie a quelle reazioni, debbano preesistere negli alimenti di cui gli animali si nutrono. Le sole piante hanno l'attitudine di fissare il carbonio sotto forma di composizioni organiche quindi in ultima analisi sono i vegetali che fabbricano i combustibili destinati ad essere consunti dall'economia animale.

L'acido carbonico, l'acqua, l'urea, e gli altri prodotti della combustione vitale si mischiano al sangue da cui sono poi espulsi. Le sostanze diffusibili, quali, per esempio, il gas acido carbonico, ed una certa quantità di vapore acqueo sfuggono per mezzo della superficie respiratoria, mentre le altre che, simili all'urea, non sono volatili, vengono segregate, disciolte in minor quantità d'acqua, dagli apparati ghiandolarj e principalmente dagli organi urinarj.

Quindi è che se si misura l'idrogeno, il carbonio, e l'ossigeno esalato per mezzo della respirazione da un animale. giunto al suo pieno sviluppo, ed a queste sostanze si aggiungono le materie minerali espulse sotto forma di urina, si troveranno corrispondere quasi esattamente alla somma degli elementi introdotti nell'organismo, o come alimenti, o per via dell'assorbimento respiratorio; le ejezioni alvine compongonsi quasi per intero dei residui della digestione mescolati con alcune sostanze carbonate, le quali segregansi o dall'apparato biliare, o dalla mucosa intestinale; ma la quantità delle materie segregate dall'organismo per mezzo del tubo digerente è molto

scarsa a proporzione di quella prodotta dal lavoro di respirazione o dalla secrezione orinaria.

Ma prima che l'animale sia giunto a quello stadio di pieno sviluppo le materie alimentari non sono tutte combuste e dissipate in questo modo, ed una parte di esse ora maggiore, ora minore, viene trattenuta nell'economia, dove si organizza nel modo sopraindicato, onde far parte del corpo. Infine, se la quantità delle materie organiche carbonate assorbite dall' animale è molto maggiore di quella che può essere consumata dall'ossigeno inspirato, allora il più spesso accade che il sopravanzo di quel combustibile organico si deponga entro il corpo sotto forma di *grasso* (1) ond'essere poi riassorbito e combusto mano mano l'economia ne abbisogni.

Se l'ossigeno assorbito dalla superficie respirante serve veramente a bruciare il carbonio o l'idrogeno dentro la profondità dell'organismo, questa combustione sarà accompagnata da un congruo sviluppo di calore, nello stesso modo che si svolge calore quando il carbone abbrucia nei forni, e l'idrogeno nelle lampade a gas; ciò avviene infatti negli animali, e

(1) Il *grasso*, od *ádipe*, si depone entro minute vescichette membranose annicchiate nel tessuto connettivo, e componesi essenzialmente di due materie particolari l'*oleina*, e la *stearina*, l'una delle quali è liquida, e l'altra solida alla temperatura comune; le dosi relative di queste due sostanze variano di molto nei diversi animali, quindi il grasso di essi ha diversa consistenza. In generale questa sostanza è principalmente destinata ad oficj puramente meccanici, servendo come cuscino elastico a proteggere gli organi intorno ai quali è deposta; così il bulbo dell'occhio è adagiato dentro il suo orbite, su uno strato di ádipe molto denso, ed il grasso abbonda alle palme dei piedi ed in altre parti sottoposte a gravi pressioni o che facilmente vengono sfregate. Per la lentezza sua a dar passo al calorico serve anche a trattenere il calore che i corpi vanno sviluppando: in ultimo può ritenersi come un serbatojo di materie nutritive, distribuite in certe parti del corpo per soccorrere al lavoro dell'assimilazione quando l'animale non potrà più attingere fuori di sè le sostanze necessarie a mantenerlo vivo. Laonde avviene che l'ádipe delle persone pingui, rimaste per lungo tempo a digiuno, è riassorbito a poco a poco. Molti animali letargici, i quali, cioè, passano gran parte della stagione fredda senza alimentarsi ed in stato di letargo, sono grassissimi quando intirizziscono, e quando poi, dopo parecchi mesi si risvegliano da quel sonno, trovansi notevolmente dimagrati.

L'adipe non si depone con pari facilità in tutte le parti del corpo, ed abbonda più che altrove tra i lobi del mesentere (quella parte del peritoneo che involge gli intestini), attorno i reni e sotto la pelle. Il riposo contribuisce efficacemente ad aumentarlo; nella prima età i fanciulli sono ordinariamente molto grassi, ma tosto che si fanno attivi dimagrano a poco a poco, e raramente conservansi pingui nel tempo che si sviluppano rapidamente.

per compiere lo studio dei fenomeni della nutrizione, diremo ora qualche cosa sul modo col quale producesi in essi il calore.

DEL CALORE ANIMALE.

§ 174. Pare che tutti gli animali sieno atti a svolgere calore, ma la maggior parte di essi ne produce così piccola quantità che non possiamo accorgercene neppure col sussidio dei termometri ordinarii; altri invece ne emanano in tanta copia che per avvertirla non fa bisogno ricorrere agli strumenti fisici. Per conoscere meglio questa differenza, pongansi dentro due calorimetri, circondandoli di ghiaccio alla temperatura di zero, due animali dello stesso volume, e scelgansi, per esempio, un coniglio ed un pesce; la quantità di ghiaccio che verrà fusa in un tempo dato dovrà essere pari alla quantità di calore svolto dall' uno e dall'altro. Ora la quantità di ghiaccio disciolto, per esempio in tre ore, nell' apparato dentro al quale trovasi il pesce, sarà quasi nulla, mentre l'apparato contenente il coniglio fornirà oltre una libbra d'acqua. Per fondere questa misura di ghiaccio è necessario tanto calore quanto ne abbisognerebbe per rialzare, dalla temperatura del ghiaccio fondente all'ebollizione, tre quarti dello stesso peso d' acqua; e quel calore non può essere provenuto che dall' animale sperimentato.

Questa diversissima attitudine che hanno gli animali di produrre calore, è la causa della diversa loro temperatura. Il termometro introdotto in un cane, per esempio, od in un uccello sale sempre a 36 o 40 gradi centigradi, mentre in una rana o in un pesce segna una temperatura poco diversa da quella posseduta dall' aria ambiente all' atto dello sperimento.

Diconsi *animali a sangue freddo* quelli i quali producono troppo scarso calore per avere una temperatura propria, mediante la quale rendansi indipendenti dalle variazioni atmosferiche; ed *animali a sangue caldo* gli altri che mantengonsi ad un grado quasi costante in mezzo alle ordinarie oscillazioni di calore e di freddo alle quali si trovano esposti. Quest' ultima categoria componesi dei soli uccelli e mammiferi, e tutti gli altri sono animali a sangue freddo.

§ 175. Ordinariamente la temperatura dell' uomo e di quasi

tutti i mammiferi è di 36 o di 40 gradi; quella degli uccelli sale a circa 42 centigradi.

Del resto l'attitudine a produrre calore varia nelle diverse specie di ambedue quelle classi, ed anzi varia nello stesso individuo secondo l'età e le circostanze nelle quali si trova. Quasi tutti i mammiferi e gli uccelli producono tale misura di calore da mantenersi l'estate e l'inverno allo stesso grado e non solo da resistere alle cause ordinarie di raffreddamento, ma anche ad un freddo molto rigido. Ve ne sono però alcuni i quali non ponno svolgere oltre i 12 e 15 gradi sopra l'atmosfera, quindi se nell'estate hanno la temperatura quasi eguale a quella degli altri animali a sangue caldo, nell'inverno scemano moltissimo; e quando quell'abbassamento tocchi dati confini, il loro moto vitale si rallenta, intorpidiscono e cadono in una sonnolenza letargica da cui non si risvegliano se non quando la temperatura rimonti ad un grado conveniente. Questi, che diconsi anche *animali letargici*, potrebbero in certo modo ritenersi, sotto questo rapporto, intermedj fra le specie a sangue caldo che non sono sottoposte a letargo, e quelle a sangue freddo.

§ 176. Nei primordj della loro esistenza tutti gli animali a sangue caldo hanno maggiore o minore analogia cogli animali a sangue freddo, svolgendo in generale troppo poco calore per mantenere la temperatura loro, e per resistere alle cause di raffreddamento anche le più leggieri. Ma quel raffreddamento innocuo agli animali a sangue freddo, torna invece fatale a questi neonati quando sia spinto oltre un dato grado e continui per un certo tempo, perchè allora muojono irreparabilmente. In quanto spetta all'attitudine di produr calore i giovani individui che nascono cogli occhi aperti, ed appena nati ponno correre in busca di cibo, differiscono dagli adulti molto meno degli altri mammiferi che nascendo hanno gli occhi chiusi, o degli uccelli che escono dall'uovo implumi. Se per un certo tempo si tengano lontani dalla madre dei cagnolini o dei gattini appena nati, e si espongano all'aria, quantunque la stagione sia calda si raffreddano per modo da morirne.

Anche i fanciulli svolgono meno calore nei primi giorni della loro esistenza, di quando si trovano più inoltrati nella vita; in quei primi tempi la loro temperatura si abbassa facilmente, e l'azione del freddo è loro pericolosa; quindi la

mortalità dei bambini è maggiore nell' inverno che nelle altre stagioni.

§ 177. La produzione del calore nel corpo degli animali legasi evidentemente col fenomeno della combustione vitale, che abbiamo visto operarsi nell'economia e produrvi l'acido carbonico espulso continuamente da questi esseri. In fatti la quantità del calore svolta da essi è sempre proporzionale alla quantità di ossigeno che introducono nell' organismo mediante il lavoro della respirazione, e corrisponde precisamente alla produzione del calore che risulterebbe da una parte dalla formazione dell' acido carbonico esalato, e dall'altra dall'impiego dell'ossigeno eccedente, il quale combinandosi coll'idrogene va formando l'acqua. Per tali ragioni quelli tra gli animali che svolgono maggior copia di calorico, come lo sarebbero i mammiferi e gli uccelli, sono quelli altresì che consumano maggior quantità di ossigeno, e quando la respirazione di una specie a sangue freddo, per esempio, di un' ape, si fa molto attiva se ne aumenta anche la temperatura del corpo; e viceversa il corpo delle specie a sangue caldo si raffredda col rallentarsi della respirazione, come si è visto accadere nel sonno invernale dei mammiferi letargici.

L'acido carbonico viene prodotto nei capillari di tutti gli organi, perchè il sangue rosso diventa venoso entro quei vasi, e perchè questa trasformazione è dovuta al carbonico esistente in quel liquido. Da ciò dunque consegue che il calore animale svolto in questa combustione non emana da un unico centro o focolare, quali lo sarebbero i polmoni, ma da ogni punto dell'economia.

L'ossigeno assorbito dagli organi della respirazione, e destinato ad alimentare la combustione in tutte le parti del corpo, è portato in esse dal sangue arterioso; quindi questa combustione ed il conseguente svolgimento di calore in una data parte del corpo dovranno trovarsi in relazione colla quantità del fluido nutriente che giunge in essa; ed in fatti un membro si raffredda sempre quando riceve una quantità di liquido nutriente minore dell'ordinario.

Esiste anche una notevole concordanza tra la composizione del sangue, e lo svolgimento di calore animale. Il sangue degli uccelli, i quali hanno una temperatura superiore a quella di tutti gli animali, è anche il più ricco in

particelle solide, contenendone in generale da 14 a 15 parti sopra cento: i mammiferi, che sono un po' meno caldi, hanno il sangue più dilavato ed ordinariamente il peso dei globoli e della fibrina costituisce soltanto 9, o 12 centesimi del peso totale di quel liquido; in fine nelle specie a sangue freddo, come le rane ed i pesci, si trovano 94 parti di siero, e soli 6 centesimi di fibrina e di globoli.

Del resto quest'importante funzione non ha luogo in tutte le parti del corpo con eguale energìa; e quelle in cui il sangue scorre più copioso e più rapido, e nelle quali la vita è perciò molto più attiva, svolgono pure maggior calorico. D'onde consegue che, a cose pari, gli organi più lontani dal cuore, essendo quelli che producono minor quantità di calore, devono anche raffreddarsi molto più facilmente; infatti le membra sono meno calde del tronco, e gelano le prime quando ci troviamo esposti ad un freddo molto rigido.

Così, in ultima analisi, il calore animale trae la sua origine dalla respirazione, perchè l'organismo riceve dall'assorbimento respiratorio l'elemento comburente necessario ad alimentare la combustione vitale da cui dipende lo svolgimento del calore. Ma pare inoltre che negli animali superiori questa combustione dipenda dall'influenza di un agente fisiologico di cui sin ora non si è fatta parola; cioè dal sistema nervoso.

Infatti per mezzo delle sperienze si ebbe a conoscere che tutto ciò che deprime in modo notevole l'energìa del sistema nervoso, diminuisce anche la produzione del calore. Distruggendo il cervello od il midollo spinale di un cane, il quale venga mantenuto vivo con un apposito artificio imitante il meccanismo per cui l'aria si rinnova dentro i suoi polmoni, ciò nulla ostante egli si raffredda colla stessa prestezza con cui si raffredda un cadavere posto in circostanze eguali; e si ottengono i medesimi effetti paralizzando l'azione del cervello coll'opera di energici veleni, quale sarebbe l'oppio. Queste e parecchie esperienze simili provarono a non dubitarne che l'influenza del sistema nervoso su tutto il corpo è una delle condizioni necessarie allo svolgimento del calore animale.

§ 178. L'attitudine a produr calore spiega come gli animali a sangue caldo abbiano una temperatura tale da mantenersi superiore a quella dell'atmosfera che gli involge.

Ma in che modo conservano la propria temperatura quando trovansi in un' aria più calda del corpo? Un uomo può rimanere per qualche tempo in una stufa secca, dove l'aria tocca quasi il grado dell' acqua bollente, senza che interamente aumenti più di due o tre gradi.

Ciò dipende dal continuo evaporare dell' acqua alla superficie della pelle o dentro l' apparato della respirazione, ossia dalla *traspirazione cutanea* e *polmonare*; infatti l'acqua per mutarsi in vapore sottrae calorico da tutte le parti circonvicine, e quindi raffredda il corpo a misura che questo si riscalda pel calore esterno. Per la stessa ragione l'acqua posta in quei vasi porosi che sono detti *alcarazas* (1) si raffredda prontamente anche di mezzo estate. Ora la misura d'acqua così evaporata aumenta col crescere della temperatura, quindi la causa del raffreddamento diventa tanto più energica quanto più cresce il calore dell'atmosfera.

2.° FUNZIONI DI RELAZIONE.

§ 179. Enumerando le diverse facoltà degli animali abbiamo visto come alcune di esse sieno esclusivamente destinate ad assicurarne l' esistenza, ed altre invece a far loro conoscere gli oggetti che gli circondano. Le prime costituiscono le funzioni di nutrizione or ora studiate; attualmente ci occuperemo delle seconde, ossia delle FUNZIONI DI RELAZIONE.

§ 180. Prendendo ad esame ciò che avviene in uno tra gli animali i più semplici e quindi fornito di pochissime facoltà, prima di tutto lo si vede muoversi con movimenti determinati e diretti da una causa interna. Taluni di quei movimenti si ripetono sempre gli stessi, non variano al variare delle condizioni in cui l'animale si trova, e non ponno essere da lui modificati. Altri invece variano al variare dei bisogni, e dipendono da una forza interna detta *volontà*.

Questi due ordini di fenomeni danno origine a due delle

(1) Questi vasi lasciano gemere dalle pareti l'acqua in essi contenuta, e sulla superficie loro, che perciò trovasi continuamente bagnata, accade una rapida e continua evaporazione, per la quale si raffredda il liquido interno. Devesi alla stessa legge la sensazione intensa di freddo che si prova versando dell'étere sulla pelle e soffiando sulla parte così bagnata.

più importanti funzioni della vita di relazione; le quali sono la *contrattilità*, ossia l'attitudine di eseguire dei movimenti spontanei, e la *volontà* o la causa eccitante della contrattilità, che ne varia gli effetti nell'intento di ottenere dei risultati previsti dall'animale.

Esiste inoltre una terza proprietà, inerente pur essa a tutti gli esseri animati ed anche più notevole, cioè la *sensibilità*, che è quell'attitudine che hanno di venire impressionati dagli oggetti esterni e di averne la coscienza.

A queste tre facoltà, che sembrano comuni a tutti gli animali, se ne devono aggiungere altre. In tutti si avverte una forza interiore che li spinge a certe azioni utili alla loro conservazione, ma delle quali non ponno certo prevedere le conseguenze, e che non derivano da un bisogno evidente. Così un gran numero di animali fabbrica con arte maravigliosa un ricetto alla prole futura, ed architettato in modo da sopperire a tutti i bisogni di essa; e lo costruiscono sempre cogli stessi materiali e nelle medesime forme, anche quando, sino dalla nascita, sieno stati allontanati dai loro simili, quindi senza aver mai veduto eseguirsi lavori analoghi. Altre specie, ad epoca determinata, emigrano in lontane contrade nelle quali troveranno un clima meglio confacente, dirigendovisi sicuri come se avessero dinanzi agli occhi la meta di quel viaggio.

La causa che spinge gli animali a certi atti determinati che non provengono da imitazione, e non conseguono dal ragionamento, dicesi *istinto;* gli istinti variano, per così dire, in ciascuna specie, ed i fenomeni che ne conseguono, ora sono semplicissimi, ora meravigliosamente complessi.

Altri animali hanno il privilegio delle *facoltà intellettuali;* ponno, cioè, rammemorare le idee precedentemente in esse prodotte dalle sensazioni, metterle a confronto, trarne delle idee generali e dedurne le ragioni del loro operare.

Taluni infine sono dotati della facoltà di comunicare ai loro simili le idee concette, o col sussidio di certi movimenti o producendo suoni diversi.

Dunque i varii fenomeni per mezzo dei quali gli animali si mettono in relazione cogli oggetti circostanti possono rapportarsi a sei facoltà principalissime: la *sensibilità*, la *contrattilità*, la *volontà*, l'*istinto*, l'*intelligenza* e l'*espressione*; le prime quattro esistono in tutte le specie, l'ultime due solo in un piccolo numero di esse; e variano inde-

finitivamente i modi coi quali e le une e le altre vengono poste in azione.

In alcuni animali semplici, come lo sarebbero i pólipi, le diverse facoltà della vita di relazione non spettano a nessun organo speciale, e tutte le parti loro ponno sentire e ponno muoversi senza il concorso di un organo apposito; invece nell' uomo e nella maggioranza delle specie l'esercizio di questa facoltà dipende dall'azione di una parte determinata del corpo, la quale distinguesi col nome di *sistema nervoso.*

DEL SISTEMA NERVOSO.

§ 181. Il sistema nervoso componesi di una particolare sostanza molle e polposa, quasi fluida nei primordj della vita, e che nell' uomo prende maggior consistenza col crescere dell'età. L'aspetto di questa sostanza, detta *tessuto nervoso*, è molto vario, perchè ora è bianca, ora è grigia o cinericcia, ora raccogliesi in masse maggiori o minori; ora si distende in filamenti allungati o ramosi. Questi ultimi organi diconsi *nervi*, ed i primi *gangli* o *centri nervosi*, perchè in essi si riuniscono tutti quei filamenti.

§ 182. Nell' uomo e negli animali che lo rassomigliano, questo apparato componesi di due parti, ossia del *sistema nervoso della vita animale* o *cerebro spinale*, e del *sistema nervoso della vita organica o gangliare;* ciascuno dei quali sistemi si divide la sua volta in due altre, l' una centrale, costituita da una massa nervosa più o meno grande; l'altra periferica, formata dai nervi che dai centri portansi ai diversi punti del corpo (fig. 54).

§ 183. **Sistema cerebro-spinale dell' uomo.** — Spesso la parte centrale del sistema cerebro-spinale viene anche detta l'asse cerebro-spinale o l'*encefalo*, e si compone essenzialmente del cervello, del cervelletto, e del midollo spinale; le quali parti trovansi racchiuse in un astuccio osseo, formato dal cranio, e dalla colonna vertebrale o spina dorsale.

§ 184. **Involucri dell' encefalo.** — L'encefalo è inoltre contenuto in varie membrane, le quali giovano a sorreggere ed a proteggere quest' organo troppo delicatamente costrutto ed importantissimo.

La prima di queste tonache, o la *dura-madre*, è una membrana fibrosa, forte, spessa, biancheggiante e quasi marez-

zata, la quale per molti punti dell' esterna superficie aderisce alle pareti del cranio e del condotto vertebrale; e raccoglie il sistema nervoso quasi dentro un fodero robusto. Notansi nel suo interno molte ripiegature che, discendendo a foggia di tramezzi nei solchi più o meno profondi della massa nervosa encefalica, impediscono alle diverse sue parti di spostarsi, anzi le sostengono in modo che qualunque pur sia la posizione del corpo, le une non abbiano a gravitare sulle altre. Inoltre esistono nel suo spessore dei canali venosi, detti *seni della dura-madre*, i quali ricettano come serbatoi il sangue proveniente dalle diverse parti dell' encefalo.

La tonaca sottostante vien detta l'*aracnòide*, perchè tenuissima e trasparente come la tela dei ragni. Questa membrana spetta alla classe delle membrane sierose, e figura un sacco senza apertura, ripiegato in sè stesso, il quale riveste l'encefalo e si distende sulle pareti interne della dura-madre nello stesso modo che la pleura involge il polmone ed il peritoneo gli intestini. È principalmente destinata a fornire un liquido che, bagnando quest'organo, ne agevola i movimenti.

Infine sotto l'aracnóide esiste, ma non per tutto, una terza tonaca cellulare, alla quale fu dato il nome di *pia madre*. Essa però non è una vera membrana, ma una semplice trama cellulare pochissimo consistente, dentro cui si diramano e s' intrecciano in mille direzioni innumerevoli vasi sanguigni sottilissimi e tortuosi i quali provengono dall' encefalo e spandonsi nella di lei sostanza. Il sangue poi circola nell'encefalo in modo tutto speciale perchè, onde non vi giunga con troppa violenza, le arterie prima di entrare in quest' organo delicatissimamente contesto, si suddividono in vasi capillari.

§ 185. **Dell' encefalo.** — L'asse cerebro-spinale, protetto da quei replicati involucri, componesi, come lo si è avvertito, di molti organi, distinti, è vero, ma tutti insieme collegati così intimamente che gli uni devono aversi come continuazione degli altri. La parte superiore od anteriore dell' asse spinale è molto voluminosa, ed occupa l'interno del cranio; ad essa, propriamente parlando, si addice il nome d'*encefalo*, il quale poi distinguesi in due parti principali, il *cervello* ed il *cervelletto*. L'uno e l'altro dei quali continuano in un grosso cordone nervoso annicchiato nella colonna spinale, ossia nel *midollo spinale*. (fig. 54).

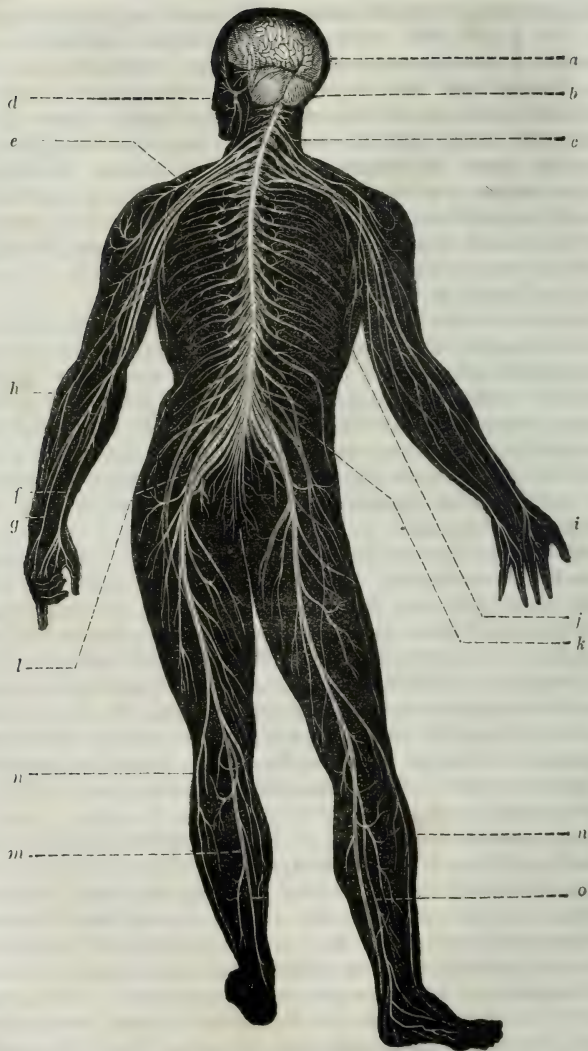



Fig. 54. *Sistema nervoso* (1).

(1) *a* Cervello ; — *b* cerveletto ; — *c* midollo spinale , — *d* nervo fa-

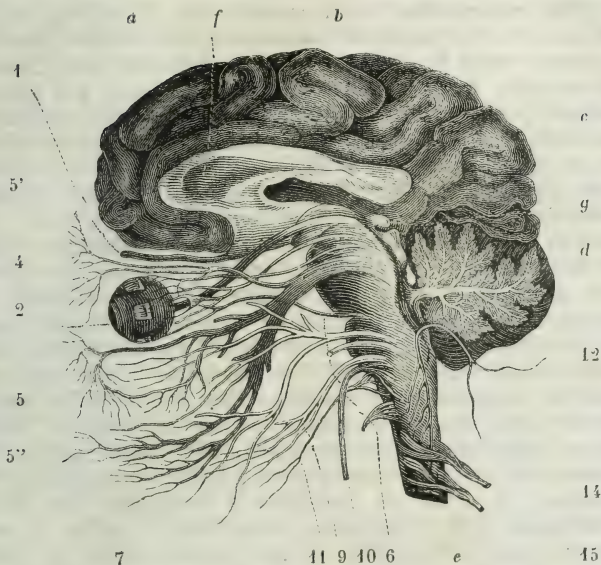



Fig. 55. *Taglio verticale del cervello*, ecc. (1).

ciale; — *e* plesso brachiale, formato della riunione di molti nervi provenienti dal midollo spinale; — *f* nervo mediano del braccio; — *g* nervo cubitale; — *h* nervo cutaneo interno del braccio; — *i* nervo radiale e nervo muscolo-cutaneo del braccio; — *j* nervi intercostali; — *k* plesso femorale formato da molti nervi lombari, e dal quale ha origine il nervo crurale; — *l* plesso sciatico da cui deriva il nervo principale delle membra inferiori, che poi si scomparte nel nervo tibiale (*m*), nel popliteo esterno (*n*); nel safeno esterno (*o*), ecc.

(1) Spaccato verticale del cervello, del cervelletto, e del midollo allungato; — *a* lobo anteriore del cervello; — *b* lobo medio; — *c* lobo posteriore; — *d* cervelletto; — *e* midollo spinale; — *f* taglio dei corpi callosi posti in fondo alla scissura che separa i due emisferi del cervello; inferiormente a questa fascia transversale, composta di materia bianca, si trovano i ventricoli laterali del cervello; — 1 nervi olfattivi; — 2 l'occhio a cui mette capo il nervo ottico, che è visibile lungo la protuberanza annulare sino ai lobi ottici; dietro l'occhio si vede il nervo del terzo pajo; — 4 nervo del quarto pajo il quale, come l'antecedente, si dirama nei muscoli dell'occhio; — 5 branca mascellare superiore dei nervi del quinto pajo; — 5' branca oftalmica dello stesso nervo; — 5'' branca mascellare inferiore dello stesso nervo; — 6 nervo del sesto pajo che si porta ai muscoli dell'occhio; — 7 nervo faciale sotto la cui origine si vede una parte del nervo acustico; — 9 nervo del nono pajo o glossofaringeo; — 10 nervo pneumo gastrico; — 11 nervo dell'undecimo pajo od ipoglossa; — 12 nervo del duodecimo pajo o spinale; — 14 e 15 nervi cervicali.

§ 186 **Cervello.** — Il *cervello* (fig. 54 *a*, fig. 55 e 56, *a*, *b*, *c*) è la parte più voluminosa dell' encefalo umano, e riempie tutta la porzione superiore del cranio dalla fronte all' occipite. È di forma ovata, coll' estremità più grossa posta all' indietro ; la sua faccia superiore tondeggia formando una vôlta regolare, si comprime ai fianchi e si spiana inferiormente. A primo aspetto vi si distinguono due metà laterali, dette gli *emisferi del cervello*, le quali sono separate da una profonda scissura in cui scende verticalmente, a guisa di tramezzo, una delle pieghe della dura-madre, nominata *falce cerebrale* in ragione della sua figura; questa scissura spartisce anteriormente e posteriormente il cervello in tutta la sua profondità, ma nel mezzo ne occupa solo la parte superiore trovandosi impedita al disotto da una lamina midollare estesa dall' uno all' altro emisfero, e che porta i nomi di *corpo calloso* o *meso-lobo* (fig. 55 *f*). Sulla parte esterna degli emisferi corrono, tortuosi ed ineguali, moltissimi solchi più o meno profondi, che danno origine a prominenze aventi i margini arrotondati, e serpeggiando su sè stesse, in modo da ricordare le evoluzioni dell' intestino tenue. Alle prominenze venne dato il nome di *circonvoluzione del cervello*, e quei solchi dentro i quali s'insinuano le pieghe della tonaca interna, ossia dell' aracnoide, si dissero gli *anfratti*. La profondità di queste solcature è varia, anzi notasi che nel fanciullo appena nato, ed in quasi tutti gli animali anche i più affini all' uomo, le circonvoluzioni sono meno spiccate di quello che lo sieno nell' uomo adulto. Nella parte inferiore di ciascuno dei due massimi lobi del cervello distinguonsi tre *lobi* secondarj separati l'uno dall' altro da un solco trasversale, e che si distinguono in anteriore, medio e posteriore (*b*, *c*, *d*, fig. 56); inoltre vi si trovano due eminenze rotonde poste sulla linea mediana (le *eminenze mammillari*), e due grossissimi peduncoli i quali pare escano dalla sostanza dell' organo per continuare col midollo spinale (le *coscie del cervello* o *peduncoli cerebrali*). Inoltre da quella regione inferiore del cervello escono anche i nervi che derivano da esso.

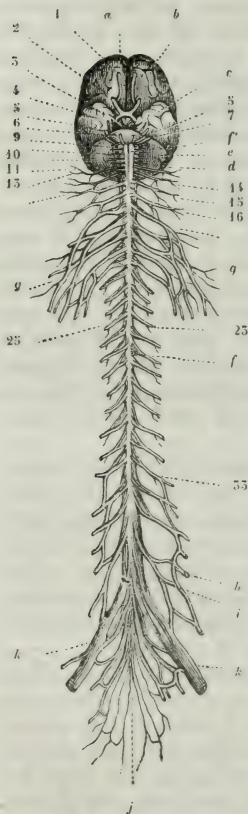
La superficie del cervello si compone pressochè tutta della sostanza nervosa grigia, e la sostanza bianca ne forma la parte interna. Tagliandolo in traverso vi si scorgono per entro parecchie cavità, le quali s' aprono poi tutte esternamente, e che sono dette i *ventricoli cerebrali* (fig. 55 *f*).

§ 187. **Del cervelletto.** — Il *cervelletto* giace sotto la parte posteriore del cervello (fig. 54 *b*; 55 *d*; 56 *e*), e non adegua in volume il terzo di esso, neppure nell'uomo adulto, nel quale è proporzionalmente maggiore che non lo sia nel fanciullo. Notansi in esso, come nel cervello, due emisferi o lobi laterali separati da una scannellatura, ed un lobo mediano posto all'indietro ed all'in basso, dentro quel solco. La parte superficiale degli emisferi cerebellari e del lobo medio è formata da materia grigia, ed invece delle circonvoluzioni presenta un gran numero di solchi quasi dritti e paralelli gli uni agli altri, per cui pare dividersi in moltissime lamine, come un libro in parecchi fogli. Inferiormente il cervelletto si prolunga nel midollo spinale mediante due grossi e brevi peduncoli, i quali contemporaneamente lo cingono di una benda di sostanza bianca gettata in traverso dall'uno all'altro emisfero; la qual benda in quel suo tragitto si connette intimamente col midollo spinale, ed in ragione della sua forma venne detta *protuberanza annulare*, ed anche *ponte di Varolio*, ad onoranza di quel celebre anatomico bolognese del XVI secolo.

§ 188. **Dei lobi ottici.** — Sollevando i lobi posteriori del cervello fra l'uno e l'altro di essi ed il cervelletto, si vedono quattro piccole prominenze tondeggianti, appajate a ciascuno dei lati della linea mediana (fig. 55, *g*). Esse sporgono dal piano superiore dei prolungamenti midollari che dal cervello vanno al midollo spinale, e costituiscono i *lobi ottici*, dagli anatomici detti anche *tubercoli quadrigemini*, e dei quali avremo a dire in seguito.

§ 189. **Midollo spinale.** — Il *midollo spinale* (fig. 54 *c*, e fig. 56 *f*) può aversi in certo modo come una continuazione del cervello e del cervelletto. Foggiato a guisa di una grossa corda, presenta all'innanzi ed all'indietro, per tutta quanta la sua lunghezza, un solco che lo divide in due metà laterali e simmetriche. Alla estremità anteriore, che gli anatomici dicono *il midollo allungato*, notansi varie rigonfiature, a cui si danno i nomi di *corpi olivarii, corpi piramidali*, e *corpi restiformi;* inoltre gli escono successivamente da ambo i lati moltissimi nervi, i primi dei quali dipartonsi quasi ad angolo retto, poi i susseguenti abbassandosi prendono una via sempre più obliqua, in modo che quel cordone termina scompartendosi in molti filamenti che ricordano

alla grossa la coda di un cavallo (fig. 56 *j*); anzi questa sua simiglianza gli valse un tal nome. Il midollo spinale gonfiasi sensibilmente nella regione in cui cominciano i nervi che vanno alle membra del torace; indi più sotto si stringe per rigonfiarsi di nuovo dove fornisce altri filamenti nervosi ai membri addominali; all'ultima estremità, che giace superiormente nella regione lombare della colonna vertebrale, è molto assottigliato.

Fig. 56. *Asse cerebro-spinale* (1).

Esse pure si compone, come il cervello ed il cervelletto, di due sostanze midollari di colore diverso; solo che la materia grigia, invece di trovarsi alla superficie dell'organo ne occupa il centro, e viene ricoperta della materia bianca. Il midollo spinale non riempie da solo l'astuccio formato dal prolungamento della dura madre, ma lascia dentro esso e tutto intorno a sè uno spazio pieno di molta acqua, dentro la quale si trova quindi sospeso. Per questa mirabile combinazione è providentemente guarentito dalle pressione, o dalle commozioni troppo violenti, che gli potrebbero provenire dai moti della colonna vertebrale, o da altri accidenti ancora più pericolosi a questa parte importantissima del sistema nervoso di quello che lo sarebbero allo stesso cervello.

(1) Sistema nervoso cerebro-spinale visto anteriormente, e nel quale vennero tagliati i fili nervosi poco dopo la loro origine; — *a* cervello; — *b* lobo anteriore dell'emisfero sinistro del cervello; — *c* lobo mediano; — *d* lobo posteriore coperto quasi interamente del cervelletto; — *e* cervelletto; — *f'* midollo allungato; — *f* midollo spinale; — 1 nervi del primo pajo,

§ 190. **Struttura dell' encefalo.** — Dunque la sostanza dell'asse cerebro-spinale è molle e polposa; ma con attento esame avviene di scorgere nella materia bianca delle fibre, e studiando la via che queste percorrono si può rendere ragione di alcuni notevolissimi fenomeni.

Si è anche soggiunto che il midollo spinale dividesi tutto al lungo in due metà, connesse da bandelle formate principalmente da fibre midollari trasverse; la materia bianca di ambe quelle parti contiene inoltre moltissime fibre longitudinali, le quali anteriormente si aggruppano in sei fasci principali. Quattro di questi fasci giacciono anteriormente sul midollo allungato, vi formano i rigonfiamenti detti le piramidi anteriori ed i corpi olivari; poi entrano nel cervello. Alcune tra le fibre delle piramidi hanno ciò di notevole che quelle del lato dritto passano a sinistra e le sinistre traversano a dritta, dopo il quale incrociamento spingonsi sotto la protuberanza annulare, indi progredendo sempre più, si portano a formare i peduncoli del cervello. Infine divergono e spargonsi nelle circonvoluzioni inferiori, anteriori e superiori dei lobi anteriori e mediani dello stesso organo. Le fibre longitudinali, le quali escono dalle prominenze olivari, passano pur esse, come quelle delle piramidi, a traverso la protuberanza annulare, e vanno a costituire la parte posteriore ed interna dei peduncoli cerebrali. Traversando, le parecchie masse di sostanza grigia crescono, come le fibre delle piramidi, in volume ed in numero, e secondo le diverse direzioni che prendono formano delle masse diverse, quali sarebbero i talami ottici ed i corpi striati; in ultimo si distendono e si allargano nelle circonvoluzioni

o nervi olfattivi; — 2 nervi ottici o del secondo pajo; — 3 nervi del terzo pajo i quali escono dietro l'incrociamento dei nervi ottici, dinanzi al ponte di Varolio e superiormente ai peduncoli del cervello; — 4 nervi del quarto pajo; — 5 nervi trifaciali o del quinto pajo; — 6 nervi del sesto; pajo sovrapposti al ponte di Varolio; — 7 nervi del settimo pajo o nervi faciali, e nervi dell'ottavo pajo o nervi acustici; — 9 nervi del nono pajo o glosso-faringei; — 10 nervi del decimo pajo o pneumo-gastrici; — 11 nervi dell'undecimo e dodicesimo pajo; — 13 nervi del tredicesimo pajo o sotto-occipitali; — 14, 15 e 16, i tre primi paja dei nervi cervicali; — *g* nervi cervicali che formano il plesso brachiale; — 25 uno dei paja di nervi della parte dorsale del midollo spinale; — 33 un pajo denervi lombari; — *h* nervi lombari e sacri costituenti il plesso che dà origine ai nervi dei membri inferiori; — *i j* l'estremità del midollo spinale detta la coda di cavallo; — *k* il gran sciatico il quale decorre alle membra inferiori.

di tutta la massa degli emisferi cerebrali. Le due metà del cervello mettonsi in comunicazione reciproca per l'intermezzo di quelle fibre le quali costituiscono il corpo calloso già nominato, ed anche per opera di alcune fasce, trasverse alle quali gli anatomici danno il nome generale di *commessure.*

Le fibre longitudinali delle piramidi posteriori del midollo spinale riunendosi ad alcune fibre che derivano dalle parti circostanti del midollo allungato, danno origine ai peduncoli del cervelletto. Ciascuno dei quali peduncoli sprofondasi in questo organo sino nel centro del corrispondente emisfero, da dove trasmette alla superficie di esso moltissime lamine fogliose che, suddividendosi, mano mano si allontanano dal centro, figurano dei rami involti di materia grigia; anzi per ciò stesso molti anatomici nominano quell'apparato *l'albero della vita* (fig. 55 *d*). Notansi pure nel cervelletto delle fibre trasverse che ne mettono in reciproca relazione i due emisferi: parte delle quali fibre trasverse abbracciando anteriormente il midollo allungato danno origine alla protuberanza annulare antecedentemente descritta.

§ 191. **Dei nervi.** — I *nervi,* che nascendo dall'encefalo collegano questo sistema colle diverse parti del corpo, partono da esso encefalo per quarantatrè paja di cordoni (vedi fig. 54 e 56). Essi tutti provengono dal midollo spinale o dalla base del cervello, e si distinguono, secondo la posizione che tengono ed il loro numero di successione, procedendo dall'innanzi all'indietro. I primi dodici paja nascono dall'encefalo (fig. 55), ed escono dai diversi fori aperti alla base della teca ossea del cranio; gli altri trentuno paja provengono da quella porzione del midollo spinale che è contenuta nel canal vertebrale, ed attraversano i fori esistenti a ciascun lato di quell'astuccio osseo, tra l'una e l'altra vertebra.

Ogni filo nervoso componesi di moltissimi fascetti formati da fibre midollari inguainate in una membrana detta *neurilema;* le quali fibre elementari, generalmente parlando, sono esilissime (1), e corrono paralelle dall'un capo al-

(1) La materia fluida, bianca translucida che riempie la guaina di ogni fibra nervosa elementare, muta facilmente i caratteri fisici al mutare delle condizioni fisiologiche, e spesso rapprendendosi rende quel filo nodoso per molte rigonfiature ravvicinate le une alle altre. Alcuni fisiologi attribuendo

l'altro del cordone nervoso senza riunirsi mai nè spartirsi; coll'estremità superiore continuano non interrotti nelle fibre del midollo spinale o della base del cervello, e col capo opposto terminano negli organi ai quali sono destinati. In generale i diversi fasci di fibre midollari che spettano ad uno stesso nervo, non sono tutti riuniti là dove dipartonsi dall'encefalo, laonde il nervo prende origine da parecchie *radici*; poi quei fasci, mano mano si allontanano dal punto di partenza, si dividono per correre a luoghi diversi, ed il nervo pare scompartirsi successivamente in branche, in rami ed in ramoscelli; talvolta però qualcuno di essi fasci, o delle fibre che li compongono, dopo essersi spartiti aderiscono ad un nervo vicino, e ne seguono l'andamento; la quale unione dagli anatomici dicesi *anastomosi* (1) ed anche *plesso* (2). Infine quando un ramo nervoso giunse all'organo al quale è destinato, le fibre primitive di esso vi si espan-

troppa importanza al diverso aspetto che allora assumono le fibre nervose elementari e ritenendola originaria e costituzionale le distinguono in *rettilinee* e *nodose*, o, come le nominò il professore Ehremberg, *articolate*. Quest'ultime, secondo quell'acuto ed ingegnoso micrografo, esisterebbero nei soli vertebrati, presiedendo più specialmente alle funzioni dei sensi, e mancherebbero nei molluschi e negli annulati inferiori, i quali sarebbero inferiori per ciò appunto che in essi tanto le funzioni di nutrizione e di locomozione, come le funzioni dei sensi hanno tutte luogo per mezzo dei nervi a fibre rettilinee. Lo stesso autore diede nome di sostanza midollare alla sostanza delle pareti dei filamenti elementari, sieno pure articolati o rettilinei, e l'altro di fluido nerveo alla sostanza dentro contenutavi; la quale sostanza vedrebbe diversa nei tubi articolati, e nei rettilinei, giudicando quella dei primi come un liquido trasparente ed omogeneo, e ritenendo che esista disseminato solo nella seconda un numero grandissimo di globicini.

In ogni modo si credette opportuno soggiungere al testo queste notizie perchè avviene facilmente di incontrare quella distinzione dei nervi nelle opere anatomiche e fisiologiche più recenti, e perchè lo stato globuliforme dei fili nervosi può talvolta giovare allo studio dei loro andamenti.

(*Nota all'edizione italiana*).

(1) Un tempo si credeva che i nervi conducessero, a guisa di canaletti, il fluido nerveo, e fu allora che si diede il nome di *anastomosi* alla riunione dei loro rami e ramuscoli; ma quella parola, come fu già avvertito, indica l'imboccarsi che fanno due canali, quindi non può essere adoperata parlando dei nervi, perchè quando una fibra nervosa si separa da un ramo per aderire ad un altro, essa non si confonde già colle fibre di quest'ultimo, ma continua il suo cammino senza interruzione sino al punto al quale è destinata.

(2) Colla parola *plesso* (da *plecto*, riunisco), si indica una specie di reticella composta dall'incrociamento di molti nervi o vasi. I principali plessi nervosi sono forniti dai nervi dei membri, poco dopo che uscirono dalla colonna vertebrale (Vedi fig. 52, *e*, *l*, e fig. 54, *g*, *h*).

dono, e vi terminano formando quasi sempre una curva ad ansa (1).

I nervi che escono dal midollo spinale hanno due radici, formate ciascuna da molti fascetti (fig. 57). L'una di esse staccasi dalla parte anteriore, l'altra dalla posteriore di quell'organo, e quest'ultima prima di congiungersi all'altra forma una rigonfiatura o *ganglio*, composto in parte da sostanza midollare grigia. Notasi una simile disposizione in qualcuno dei nervi cerebrali, in altri manca interamente, e, come avremo presto occasione di indicarlo, essa accenna in quei cordoni midollari l'esistenza di facoltà fisiologiche molto diverse.

Fig. 57 (2).

§ 192. **Sistema gangliare**. — *Il si-*

(1) Il professore F. Pacini di Pistoja scoperse, e fece conoscere all'occasione del primo Congresso Italiano, un modo di terminare di alcuni nervi che merita di essere ricordato. Gli avvenne di notare, per la prima volta nelle regioni palmari dell'uomo, che alcune fibre elementari, le quali dipartivansi dai fili nervosi colà esistenti terminavano in certi corpiccioli bianchi, di figura ovata o fusiformi. Questi corpiccioli, che poi da Hende e da Kölliker vennero detti *corpuscoli paciniani*, compongonsi evidentemente di parecchie capsule contenute l'una dentro l'altra, pressochè indipendenti. e le quali, tra l'una e l'altra, contengono un umore particolare limpidissimo. La fibra elementare unica, da cui ciascuno proviene, lo attraversa per tutta la lunghezza sino alla estremità periferica della capsula più interna, ed è piena di una gelatina granulosa. Le indagini successive fecero trovare di simili corpiccioli negli organi del tatto di altri mammiferi, anzi pare in quelle regioni il numero ed il volume di essi stieno in relazione diretta collo sviluppo di quel senso nelle diverse specie di animali. Tornarono inutili le ricerche che se ne fecero nelle ali dei pipistrelli, quantunque quei membri per la loro trasparenza esibissero le migliori condizioni a scorgerli. Infine se ne rinvennero pur anche nella regione epigastrica dell'uomo: quelli del mesentere del gatto sono i più sviluppati.

Il fatto che questi corpi sono più che altrove abbondanti nell'estremità libera della mano dell'uomo, cioè nelle dita, distrugge l'opinione di coloro che li volevano considerati come conseguenza della compressione. Il professore Pacini li congetturò organi elettrici; altri infine trovano in questi apparati un provvido compenso alla eccessiva lunghezza ed esilità dei fili nervosi inservienti al tatto, destinati ad agire in tanta lontananza dal centro delle percezioni. (*Nota all'edizione italiana*).

(2) Un pezzo di midollo spinale nel quale vedesi la disposizione dei nervi che ne derivano: — *a* midollo spinale; — *b* radice posteriore di un nervo spinale; — *c* il ganglio su di esso esistente; — *d* radice anteriore dello stesso nervo, la quale oltrepassato il ganglio si unisce alla radice anteriore; — *e* tronco comune conseguente dalle due radici riunite; — *f* ramoscello che va ad unirsi col nervo gran-simpatico.

stema nervoso gangliare, detto altrimenti *nervo gran simpatico* o *sistema nervoso della vita organica*, componesi di un dato numero di piccole masse nervose ben distinte, ma collegate da cordoni midollari, e di molti nervi che s' anastomizzano coi nervi del sistema cerebro-spinale o si spargono negli organi vicini. Trovansi di tali centri o *gangli* e nella testa e nel collo e nel torace e nell'addome. Il più spesso dispongonsi simmetricamente da ciascuno dei lati della linea mediana del corpo ed anteriormente alla colonna vertebrale, formando così una doppia catena che si stende dalla testa al bacino; però ne esistono anche in altre parti, come, per esempio, vicino al cuore e presso lo stomaco.

I nervi del sistema cerebro-spinale spargonsi negli organi dei sensi, nella pelle, per entro i muscoli, ecc.; quelli del sistema gangliare si diramano nei polmoni, nel cuore, nello stomaco, negli intestini e nelle pareti dei vasi sanguigni; in una parola i primi appartengono specialmente agli organi di relazione e gli ultimi a quelli di nutrizione.

§ 193. **Del sistema nervoso degli altri animali.** — Il sistema nervoso di tutti i mammiferi degli uccelli, dei rettili e dei pesci ripete il piano generale del sistema nervoso dell'uomo avendo tutti un cervello, un cervelletto, ed un midollo spinale dai quali partono i nervi che spargonsi negli organi della vita di relazione; ed in tutti esiste altresì un sistema gangliare fornito esso pure di nervi che collegansi coi principali organi della vita di nutrizione.

Fig. 58. *Sistema nervoso degli insetti* (Carabus hortensis o dei giardini).

Invece nei molluschi, negli insetti, nei crostacei e in tutti gli animali invertebrati notasi una disposizione molto diversa, perchè, a quanto sembra, mancano dell'asse cerebro-spinale, ed i loro filamenti nervosi si raccolgono in dato numero di gangli più o meno distanti l'uno dall'altro (fig. 58). Infine nella moltiforme divisione dei zoofiti scorgesi tutt' al più qualche traccia di un sistema nervoso rudimentale, anzi generalmente pare che questo sistema manchi affatto. Descrivendo

i varj gruppi di quegli animali avremo occasione di notare più circostanziatamente queste differenze.

Ora che abbiamo viste le parti delle quali si compone il sistema nervoso dell'uomo e degli animali superiori, sarà opportuno di indagarne gli uficii, e prima di tutto di studiarne la sensibilità.

DELLA SENSIBILITÀ.

§ 194. La sensibilità, come lo si è già indicato, è quell' attitudine per la quale si ricevono le impressioni, e si ha la coscienza di esse. La quale attitudine è comune a tutti gli animali, ma varia nelle diverse specie per quanto spetta il grado di sviluppo di cui ciascuna è suscettiva. Quanto più si sale per la serie zoologica accostandosi all' uomo, le sensazioni diventano sempre più varie, e l' animale è capace di acquisire maggior numero di nozioni sulle proprietà degli oggetti circostanti, e di meglio distinguerne le differenze; quanto più le impressioni si fanno vive, ed inoltre la facoltà di sentire si perfeziona, si complica sempre più anche la struttura degli organi della vita di relazione; giacchè in questa, come in tutte le altre funzioni, la natura si affina per una sempre maggior division di lavoro.

§ 195. *Dovunque le sensazioni, prodotte dagli oggetti esterni, sieno appena un po' svariate, esiste sempre un* SISTEMA NERVOSO *distinto, e la facoltà di sentire dipende dall'azione di esso.* Da prima la struttura del sistema nervoso è semplicissima, e pare che tutte le parti delle quali si compone, servano presso a poco a tutte le funzioni. Così nel lombrico terrestre non è che un semplice cordone nodoso, steso per la lunghezza di tutto il corpo e dotato in ogni punto delle medesime attitudini; infatti se si taglia transversalmente l' animale, lo fosse anche in molti pezzi, ognuno di quei frammenti continua a sentire ed a muoversi come prima; ma negli esseri la struttura dei quali è più complessa e che sono forniti di maggiori facoltà, quest' apparecchio componesi di molte parti dissimili, ciascuna delle quali allora si comporta in modo diverso dalle altre ed adempie ofizii speciali. Quindi è che lo studio di queste funzioni sarà più

importante nell'uomo e negli animali superiori di quello che nelle specie inferiori.

§ 196. **Offizj dei nervi.** — Le diverse parti del nostro corpo non sentono tutte egualmente; ma vi hanno degli organi dotati di squisita sensibilità mentre altri ponno venir eccitati in un modo qualunque, sfregate da corpi stranieri, ed anche tagliati o lacerati senza che l' animale manifesti la menoma sensazione. Ora le più sensibili sono sempre quelle che ricevono maggior copia di nervi, e dove i nervi mancano, manca pure la sensibilità. Quando, incidendo la zampa di un animale vivo, se ne scopra il nervo speciale, è facile notare la molta sensibilità di quel cordone: giacchè appena venga pizzicato o punzecchiato l'animale dà segni di un dolore acutissimo, ed i muscoli che ricevono le diramazioni del nervo così ferito si agitano e si contraggono convulsamente.

Da ciò solo è facile indurne che gli organi ripetono la loro sensibilità dai nervi, e quando si voglia chiarire ogni dubbio in questo proposito non si ha che a recidere un qualsiasi cordone nervoso; se l' esperienza è fatta in un membro tutte le parti alle quali si distribuiva il suo nervo speciale sono tosto paralizzate, cioè si sopprimono in esse le facoltà di sentire e di muoversi.

Ma il nervo necessario all' esercizio delle indicate funzioni è d'esso in diretta relazione coll'anima, è egli incaricato di determinare i movimenti e di percepire le sensazioni, oppure trasmette come semplice conduttore gli atti della volontà, e guida ad altro organo, sede speciale della facoltà di percepire, le impressioni conseguenti dal contatto di un oggetto esterno colla superficie del corpo o di un altro stimolo qualunque?

I fisiologi per rispondere a questo quesito ebbero, come al solito, ricorso ai mezzi sperimentali.

Se, per esempio, ad una rana si tagli, in un punto qualunque del suo tragitto, il nervo che dirigesi ad una delle zampe posteriori, per quanto la parte così separata dal resto del sistema nervoso venga punta o pizzicata essa non darà mai il menomo indizio di sensibilità, e si vedranno pure insensibili tutte le altre parti di quel membro che ricevono le diramazioni nervose sottoposte al punto rescisso dal tronco nervoso.

Dunque un nervo cessa di adempiere le sue funzioni quando

lo si separò dal sistema generale, ed in forza di quella separazione cessa d'essere la sede della percezione delle sensazioni; quindi può concludersi con tutta certezza che serve a trasmettere le impressioni ricevute dalla parte fornita di sensibilità, ad un organo specialmente destinato a tale ofizio.

Tutte le ricerche fatte in proposito e tutte le operazioni chirurgiche convalidarono sempre meglio questa conclusione. L'impressione prodotta da un corpo su un nervo, o per contatto immediato od agendo sulle parti nelle quali esso si espande, non può venire percetta, e quindi non può produrre una sensazione se non è trasmessa dai nervi ad un altro organo.

§ 197. Ciò stabilito è naturale il cercare dove debbano giungere le sensazioni perchè l'animale ne abbia la coscienza, e quale sia l'organo incaricato di percepirle. Od in altri termini quale sia la sede dell'*io*, ossia la parte materiale dell'economia che trovasi direttamente unita al *principio vitale* degli animali privi di ragione, od all'*anima* dell'uomo.

§ 198. **Dell'influenza dell'encefalo.** – Siccome i nervi, dei quali ora abbiamo studiati gli ufici, mettono capo od al cervello od al midollo spinale, che poi termina pur esso nel cervello, è evidente che quella facoltà deve resiedere in qualche parte dell'encefalo. L'esperienza potrà indicarci se questa si trovi nel midollo spinale, nel cervelletto, od anche nello stesso cervello.

Quando si ripetano nel midollo spinale le esperienze testè fatte sui nervi che partono da esso, si potrà tosto avvertirne la molta sensibilità. La più leggiera puntura vi suscita un vivissimo dolore e degli squassi convulsi, e tagliandolo in traverso si vedono tosto paralizzate interamente tutte le parti che ricevono i nervi sottoposti al luogo tagliato, mentre seguitano a sentire ed a muoversi e la porzione di midollo spinale che rimase aderente al cervello ed i nervi derivanti da essa.

Avendo la cura di mantenere attiva la respirazione nell'animale sottoposto allo sperimento con sussidi artificiali, onde non muoja asfissiato per la paralisi dei muscoli inspiratori, si può accertarsi che tutte le parti del midollo spinale e del midollo allungato, appena sieno separate dal cervello, perdono ogni attitudine a produrre ed i movimenti volontari e le sensazioni: il che ci obbliga a concludere che la facoltà di

percepire le sensazioni, e di determinare i moti volontari non risiede nel cordone rachidiano.

Ma le cose mostransi ben diverse esperimentando nel cervello. Postine a nudo gli emisferi in un animale vivo, così, per esempio, in un piccione, ed irritata colla punta di uno stromento aguzzo la superficie di uno dei due lobi di quell'organo, si è tosto meravigliati della sua insensibilità; la sostanza del cervello può essere tagliata e stracciata senza che l'animale dia segno di dolore e sembri accorgersi di quelle mutilazioni; ma se si esporti tutto l'organo, come lo praticò il signor Flourens, l'animale cade in un letargo dal quale è poi impossibile ridestarlo; il suo corpo diventa affatto insensibile, perde i sensi, e se si muove lo fa spinto da cause estranee, e a quanto pare senza il concorso della volontà.

Risulta da questa esperienza che il cervello è indispensabile alla percezione delle sensazioni ed alla manifestazione della volontà, e che le impressioni ricevute dai nervi devono essere trasmesse a quell'organo onde siano percette dell'animale.

§ 199. Dunque nella sensibilità esiste una notevolissima divisione di lavoro; le parti che venendo in contatto coi corpi estranei sono suscettive di produrre delle sensazioni non percepiscono esse stesse quelle sensazioni; e d'altra parte l'organo nel quale risiede esclusivamente la facoltà di percepirle non sente direttamente. Anzi per sè stesso, è insensibile, e non può essere eccitato se non dalle impressioni a lui trasmesse pel veicolo dei nervi.

Devono quindi distinguersi nell'apparato sensibile tre proprietà diverse: 1.° L'attitudine di ricevere al contatto di un corpo estraneo, o di un altro agente qualunque, un'impressione tale che dia origine ad una sensazione: 2.° la facoltà di trasmettere le impressioni dal punto in cui vennero prodotte all'organo che deve percepirle: 3.° quella di dare all'animale la coscienza di esse sensazioni, ossia di fargliele percepire.

Consegue dalle sperienze del signor Flourens e di altri fisiologi che nell'uomo, nei mammiferi, negli uccelli e negli altri animali che più ci rassomigliano, questa ultima facoltà resiede essenzialmente negli emisferi cerebrali; e che l'altra di ricevere le impressioni e di trasmetterle al

cervello, dal quale devono essere percette, è riserbata ai nervi.

§ 200. Notisi inoltre che ogni fibra elementare nervosa trasmette al cervello le impressioni indipendentemente dalle fibre vicine; e siccome esse fibre sono semplicemente raccolte in fasci e non si uniscono mai fra loro, continuando ciascuna la sua strada sino all'encefalo, ne consegue che le sensazioni provenienti dalle diverse parti del corpo percorrono ognuna un cammino particolare e non si confondono mai l'una coll'altra. Noi giudichiamo della sede in cui la sensazione viene prodotta dietro la via per la quale ci arriva al cervello, e la riferiamo sempre a quella parte del corpo in cui va a terminare la fibra elementare che ce la trasmette (1).

§ 201. **Nervi della sensibilità.** — Però non tutti i nervi sono atti a trasmettere le sensazioni, e ve ne hanno di quelli che presiedono ai soli movimenti; anzi non tutti i nervi della sensibilità sono atti a trasmettere al cervello le stesse impressioni. Alcuni rimangono insensibili a quegli agenti che eccitano la sensibilità in altri nervi; così a modo di esempio la luce stuzzica vivamente la parte estrema dei nervi ottici ed è inefficace su tutti gli altri nervi dell'economia; ed i nervi ottici, tanto sensibili a quel sottile agente, ponno essere compressi, punti e lacerati senza dare la menoma sensazione di dolore, mentre al contrario i nervi spinali, inerti all'azione della luce, trasmettono le più delicate sensazioni prodotte dal contatto materiale di un corpo estraneo, ed appena si tocchino un po' vivamente producono un dolore più o meno intenso.

§ 202. **Modificazioni della sensibilità.** — Esistono dunque diverse maniere di sensibilità, ciascuna delle

(1) L'intelligenza riferisce le sensazioni prodotte dall'eccitazione di un nervo all'organo nel quale quel nervo si distribuisce, anche quando venne eccitato un punto di esso nervo più vicino al cervello; quindi quando il nervo radiale venga urtato presso al gomito ci pare che il dolore esista nella mano. Per le stesse ragioni accade spesso che dopo il taglio di un nervo dolgano le parti dell'organo nelle quali esso si ramificava, quantunque manchino di sensibilità. Questo fatto ci spiega in che modo, anche dopo l'amputazione di un membro, l'ammalato provi delle sensazioni che sembrano esistere nella parte recisa, riferendo egli in allora istintivamente le eccitazioni del tronco nervoso rimastogli agli organi nei quali terminavano i varj rami del nervo tagliato.

quali può essere provocata da agenti diversi; in tal modo siamo fatti accorti delle diverse proprietà fisiche degli oggetti che ci stanno intorno, e queste modificazioni della sensibilità costituiscono i *cinque sensi* dei quali sono forniti e l'uomo e quasi tutti gli animali.

Dunque la sensibilità tattile o del tatto, la gustativa o del gusto, l'olfattiva o dell'odorato, l'auditiva o dell'udito, l'ottica o della vista, sono facoltà distinte, dotate ciascuna di stromenti propri, che vengono eccitate da cause diverse, e che ci forniscono nozioni particolari. Il contatto di un corpo resistente alla pressione, o molto più caldo o molto più freddo dei nostri organi produce nelle parti fornite di sensibilità tattile delle sensazioni particolari dietro le quali ne giudichiamo la consistenza, l'asprezza, la temperatura ed anche, sino ad un certo punto, il volume e la forma; il contatto dello stesso corpo con un' altra parte fornita di sensibilità gustativa può darci la sensazione del suo sapore; e quando ridotto a particelle minutissime, giunga a toccare l'organo olfattivo, vi ecciterà facilmente sensazioni di un ordine diverso, cioè le sensazioni di odore. I moti vibratili dei quali potrebbe fors'anche essere fornito, sfuggirebbero agli organi del gusto e dell'odorato, ma producendo il suono saranno avvertiti della facoltà uditiva; infine la luce trasmessa da quel corpo non ecciterà nessuno dei sensi indicati, ma ecciterà nelle parti dotate di sensibilità visiva delle sensazioni diverse da tutte quelle ora enumerate, e tali da farci conoscere la forma, il colore e la posizione degli oggetti posti intorno a noi.

La sensibilità olfattiva è speciale ai nervi cerebrali del primo pajo; la sensibilità ottica appartiene ai nervi cerebrali del secondo pajo, i quali perciò diconsi anche nervi ottici; la sensibilità gustativa appartiene ad alcune fibre cerebrali del quinto pajo; l'acustica risiede nei nervi uditivi o cerebrali dell'ottavo pajo; infine la sensibilità tattile devesi quasi esclusivamente ai nervi spinali ed ai cerebrali del quinto, nono, decimo, e duodecimo pajo.

§ 203. **Delle diverse funzioni che esercitano le due radici dei nervi spinali.** — I nervi dotati di sensibilità tattile servono altresì ai movimenti; ma è evidente che l' attitudine di eccitare delle contrazioni muscolari, e l'altra di trasmettere le sensazioni non ponno

risiedere nella medesima fibra elementare, e quindi se i cordoni possedono contemporaneamente ambedue queste facoltà, ciò dipende dall'essere formati di fibre sensibili e di fibre motrici insieme raccolte. Se è impossibile distinguere quei due ordini di fibre nel decorso della lunghezza del filo nervoso esse però trovansi naturalmente separate là dove il nervo prende la sua origine. In fatti tutti i nervi, sia che escano dal midollo spinale, sia che dipartansi dal cervello, hanno sempre due radichette, le quali, come prima lo avvertirono Bell e Magendie, poi venne accertato dagli studj successivi in modo da non lasciare il menomo dubbio, servono colle loro fibre l' una a trasmettere le sensazioni e l'altra a produrre nei muscoli i movimenti volontarii.

Quindi è che tagliando le radici posteriori di un nervo spinale lo si priva della facoltà di trasmettere le sensazioni, ma se la parte del corpo alla quale si distribuiva rimane insensibile, essa però è tuttora capace di produrre dei movimenti volontarj; invece, quando si lascino intatte le sole radici posteriori, quella parte sente ancora, ma viene paralizzata nei movimenti.

Tagliando le radici posteriori di tutti i nervi spinali non si impediscono all' animale i movimenti volontari, ma lo si rende insensibile dappertutto, meno che nella testa essendo che i nervi di quella parte sono interni nel cranio. Dunque le radici posteriori sono nervi di sensibilità, e le anteriori nervi di movimento, ed i cordoni nervosi godono di ambe quelle facoltà perchè compongonsi di fibre provenienti dall' una e dall' altra radice.

Non tutte le diverse parti del midollo spinale possedono in pari grado l'attitudine di trasmettere le sensazioni e di eccitare i movimenti: la sensibilità è squisita alla faccia posteriore di quell'organo, e poca nella sua parte anteriore.

§ 204. **Sistema gangliare.** — Il sistema nervoso gangliare è poco sensibile, anzi quasi affatto insensibile, e stuzzicando tanto i gangli che i nervi i quali partono da essi, non ne derivano nè dolore nè contrazioni muscolari. Si voglia inoltre avvertire che nello stato di salute gli organi interni, i quali ricevono quei nervi, non trasmettono che sensazioni ottuse e vaghe, facendosi sensibili solo in certe malattie; nel qual caso bisogna presumere che le sensazioni giungano al cervello per mezzo di quei rami per

opera dei quali i nervi del sistema gangliare si uniscono a qualcuno dei nervi rachidiani. Ma questa parte della fisiologia abbisogna di nuove indagini.

§ 205. **Degli organi speciali dei sensi.** — L'apparato della sensibilità non consta delle sole parti del sistema nervoso delle quali abbiamo testè indicate le funzioni, ed i nervi dotati della facoltà di trasmettere al cervello le sensazioni prodotte in noi dal mondo esteriore non terminano liberi alla superficie del corpo ed in modo da porsi in immediato contatto cogli agenti che le producono ma mettono capo in stromenti particolari destinati, per così dire, a raccogliere le sensazioni ed a predisporci in modo da accertarne l' effetto. Questi stromenti sono gli organi dei sensi, e le sensazioni ci pervengono essenzialmente per mezzo loro; ciò non pertanto essi non sono indispensabili a tutte le facoltà; la sensibilità tattile può aver luogo ovunque trovansi dei nervi adatti a trasmettere le sensazioni ordinarie, e l'esistenza di quegli intermediarii tra i nervi ed il mondo esterno è solo necessaria nei sensi speciali, quali sarebbero il gusto, l'odorato, l'udito e la visione.

Ora che abbiamo studiati in modo generale i fenomeni della sensibilità e gli organi nei quali hanno luogo, procederemo ad un esame più circonstanziato delle forme sotto le quali si manifesta quest' attitudine; od in altre parole ci occuperemo della storia particolare dei varj sensi di cui gli animali trovansi forniti.

DEL SENSO DEL TATTO.

§ 206. Tutti gli animali fruiscono di una sensibilità tattile più o meno delicata, la quale ha luogo per mezzo della membrana che involge esternamente il corpo. Dunque per studiare questo senso bisognerà premettere l'esame della struttura della pelle.

La superficie esterna del corpo umano ed anche le sue cavità interne le quali comunicano col di fuori, così il tubo digestivo, ecc., sono investite di un tegumento più o meno denso, molto diverso dalle parti a cui si soprappone. Quantunque però questa membrana non sia mai interrotta e realmente formi un unico tessuto, pure ha proprietà diverse nelle sue diverse parti; quindi si distinguono con nome

apposito quelle parti che si addentrano ad involgere le cavità interiori dalle altre che restano alla superficie esterna del corpo, e la porzione interiore della membrana tegumentaria è detta *membrana mucosa*, riservandosi il nome di *pelle* alla porzione esterna.

§ 207. **Struttura della pelle**. — La pelle si compone principalmente di due strati, cioè del derma o corio (1), e dell' epiderma.

Il *derma*, che forma lo strato più profondo e più erto della pelle, è una membrana biancheggiante, arrendevole, elastica e tenacissima, composta di moltissime fibre e lamelle strettamente incrociate; colla superficie interna aderisce alle parti vicine per mezzo di una falda più o meno spessa di tessuto cellulare, ed in alcuni punti s' attacca alle fibre muscolari che servono a farla muovere; esteriormente è fatta scabrosa da moltissime e minute prominenze rosseggianti, sensibilissime, appajate e che in alcuni luoghi, come lo sarebbe sul palmo della mano ed in cima alle dita, decorrono in serie regolari: questi corpiccioli diconsi le *papille della pelle*. Col derma di alcuni animali convenientemente acconciato si fabbrica il cuojo.

L' epiderma è una maniera di vernice semitrasparente, la quale copre il derma e s' informa da esso. Non è sensibile e componesi di molti otricelli aderenti gli uni agli altri, più o meno depressi, i quali provengono dal derma, e si fanno solidi per essiccamento. Quindi l' epiderma è poco distinto dove la pelle è sottratta all'immediato contatto dell' aria (2).

In tal modo l'epiderma si compone di un numero ora maggiore, ora minore di strati sovrapposti gli uni agli altri. Alcuni anatomici distinguono col nome di tessuto *mucoso retico-*

(1) A scanso di equivoco si avverta che le parole *corio* e *corion*, vengono anche adoperate per indicare altra diversa membrana, la quale fa parte del tegumento del feto nell'interno dell'utero.

(*Nota all'edizione italiana.*)

(2) Spesso le carni dei bambini e delle persone molto grasse formano delle profonde ripiegature, principalmente alle ascelle, alle inguine, ecc.; in esse il derma trovandosi all'azione prosciugante dell'aria si rammollisce, e dà origine a quelle incomode fenditure che sono generalmente conosciute col nome di *setole*. Per guarirne basta infatti promoverne l'essiccazione mettendole a contatto con qualche sostanza prosciugante, così, per esempio, col finissimo fiore di farina, detto *polvere di cipro*.

(*Nota all'edizione italiana*).

lare (1), quello che giace inferiormente, il quale è anche il più molle e contiene la sostanza particolare che dà alla pelle il calore che le è proprio. Nell' uomo e negli altri mammiferi gli strati superficiali dell' epiderma abbandonano a poco a poco la pelle come polvere sottile e ridotti a minutissime squamette; talvolta però si stacca anche in larghe falde per tutta la sua grossezza, lasciando a nudo il derma; tale è l' origine delle ampolle che si alzano in seguito alle scottature; però si riproduce sempre con molta prestezza. Infine alcuni animali si spogliano dell'epiderma ad epoche prefisse, uscendone come da un fodero senza lacerarlo e rimanendo vestiti di un epiderma nuovo; i serpenti presentano esempi notevoli di questo fenomeno.

All' esterna superficie dell' epiderma si vedono moltissime boccuccie dette *pori della pelle*, le quali si aprono in punta alle papille già descritte, e danno passo al *sudore* che è un liquido acido formato col mezzo di una particolare secrezione, molto diverso dall'acqua che esala continuamente dalla superficie della pelle nella traspirazione insensibile. Quei minutissimi pori non traversano il derma non essendo altro che gli orifizj dei tubi secretori delle borsicine, le quali, annicchiate nello spessore di quel tegumento, producono il sudore.

Inoltre, sempre all' esterna superficie di esso tegumento, notansi dei forellini un po' maggiori, da alcuni dei quali escono i peli; più innanzi si dirà come essi si formino. Da altri geme una materia grassa, segregata da appositi follicoli che pure esistono nel derma; infine in dati punti del corpo escono dalla sostanza della pelle delle lamine cornee, di natura analoga a quella dei peli, e che diconsi *unghie.*

§ 208. L' epiderma serve principalmente ad impedire la troppo facile evaporazione dei liquidi contenuti nel corpo, ed a proteggere il derma dal contatto immediato cogli oggetti estranei, attutandone le impressioni. Abbiamo visto come quella

(1) Il corpo mucoso reticolare venne anche detto *rete di malpighi,* perchè dopo staccato l'epiderma dal derma lo si vede scorrere come una rete nei solchi che lasciano fra loro le papille dell'esterna superficie di quest'ultimo tegumento; le quali papille sporgono nude tra quelle maglie. Ma questa disposizione è dovuta a ciò che nello stiramento, al quale è d'uopo ricorrere per ottenere quelle preparazioni, la sostanza componente gli strati inferiori del derma, per la troppa sua mollezza, si straccia più facilmente di quello che possa abbandonare il derma, e dai residui rimasi dentro i solchi dermali ne risultano quelle traccie reticolari.

(*Nota all'edizione italiana*).

maniera di vernice sia insensibile, e come si interponga fra il derma e gli oggetti esterni, i quali toccando direttamente il derma vi eccitorebbero delle sensazioni troppo vive; dal che è facile dedurre, che quanto maggiore sarà lo spessore dell' epiderma, tanto più il derma verrà sottratto all' azione dei corpi estranei, e le sue sensazioni saranno più ottuse. Ora, in certe parti del corpo, così, per esempio, nel calcagno, l'epiderma ha uno spessore notevole, altrove, come alla punta delle dita e sulle labbra, è invece tenuissimo. Devesi anche avvertire che l' epiderma si addensa ovunque la pelle viene rudemente sfregata; tale è l'origine dei calli e delle rugosità che produconsi sulle mani dei fabbri e di tutti gli operai, i quali si adoperano in lavori rudi. Infine l' epiderma di certi animali s' incrosta di materia calcarea, e diventa rigida in modo che la superficie del loro corpo perde ogni attitudine a sentire.

§ 209. La sensibilità della pelle risiede tutta nel derma, ed è dovuta ai nervi che si spandono in esso e spettano alla categoria dei nervi del tatto. Come già lo si avvertiva, nascono, con doppia radice, dal midollo spinale o dalla base del cervello, e ripetono la facoltà loro di trasmettere le sensazioni delle fibre provenienti dalla radice posteriore; poi vanno tutti a metter capo nelle papille del derma, dove terminano a guisa di fiocchetti o penicilli. Quindi è che le papille sono dotate di molta sensibilità tattile, ed il tatto è squisito in quelle parti sulle quali sono più numerose.

§ 210. **Organi speciali del tatto**. — La sensibilità tattile, che è generale a tutte le parti esterne del nostro corpo, basta a farci conoscere la consistenza e qualche altra condizione degli oggetti che giungono a toccarci la pelle. Allora però questo senso si esercita passivamente e può dirsi il senso del *tatto*; invece altre volte le parti più squisitamente dotate di questa facoltà agiscono attivamente e volontariamente, e giovati delle contrazioni muscolari possiamo moltiplicare e variare i punti di contatto col corpo esterno *palpandolo* e *tasteggiandolo*.

Però non tutte le parti fornite di sensibilità tattile ponno palpare ed esercitare quella loro facoltà in modo attivo e colla maggiore perfezione, essendo ciò solo concesso agli organi foggiati in guisa da adattarsi alla forma dell' oggetto che prendono ad esame.

Il quale uficio nell'uomo incombe specialmente alla mano,

infatti architettata in modo opportunissimo all'esercizio di quel senso. Essa infatti ha l'epiderma sottile, levigato ed arrendevolissimo, il suo derma, ricco di papille e di nervi, si adagia su un cuscino o pannicolo cellulare adiposo ed elasticissimo; infine le dita sono flessibili, mobili e lunghe: circostanze tutte favorevolissime ad accrescere la sensibilità di quello stromento, e che gli concedono di modellarsi sugli oggetti, per quanto irregolari. Un'altra circostanza organica, la quale concorre a rendere il nostro tatto più perfetto, è l'attitudine speciale che abbiamo di opporre il pollice a tutte le altre dita, in maniera da frapporre gli oggetti più piccoli fra le due parti le più squisitamente sensibili.

Gli organi del tatto degli altri animali sono costrutti in maniera molto meno opportuna. Così il tatto diventa sempre più ottuso nei mammiferi mano mano che le loro dita perdono la flessibilità e s'involgono nell' armatura delle unghie; però in alcune specie alle mani suppliscono altri organi quasi egualmente perfetti, come sarebbe la tromba dell'elefante (fig. 5). Infine in altre l'organo principale del tatto è la lingua o certe particolari appendici dette *tentoni*, *palpi*, ecc. (fig. 6 e 8).

§ 211. Il tatto serve a darci più o meno esatte nozioni intorno alla proprietà fisiche dei corpi sui quali viene esercitato; cioè sulle loro dimensioni, la loro forma, temperatura, consistenza, sullo stato meccanico della superficie, il peso, i movimenti, ecc. Questo senso è così perfetto che molti tra gli antichi filosofi, ed anche qualcuno tra i moderni, lo giudicarono più utile della vista e dell' udito, ed attribuirono ad esso l'origine della nostra intelligenza. Ma queste opinioni sono esagerate perchè il tatto per sè stesso non ha tali doti che lo facciano primeggiare sugli altri organi; ed alcune scimmie, che pur sono tanto inferiori all' uomo nell' intelligenza, possedono gli stromenti del tatto quasi tanto perfetti come i nostri.

SENSO DEL GUSTO.

§ 212. Il senso del gusto si esercita, come quello or ora descritto, mediante il contatto degli oggetti esterni con date superficie piane del nostro corpo; ma esso vale a farci cono-

scere certe proprietà che sfuggirebbero al tatto, cioè i sapori.

§ 213. **Dei sapori.** — Non tutte le sostanze agiscono egualmente sull'organo del gusto; certune sono molto sapide, altre pochissimo, nel maggior numero rimangono insipide. È ignota la causa di queste differenze, ma però può avvertirsi che i corpi, i quali non si stemperano nell'acqua, non danno sapore, mentre la maggior parte di quelli che si dissolvono in quel liquido sono anche sapidi. L'attitudine a sciogliersi pare una delle condizioni necessarie a che possano agire sull'organo del gusto, il quale infatti quando sia inaridito non ci fornisce nessuna sensazione di sapore; vi hanno infine certe sostanze le quali essendo insolubili nell'acqua nello stato ordinario sono insipide, ma poi acquistano un forte sapore distemperandole in altri liquidi, così, per esempio, nello spirito di vino.

§ 214. **Organo del gusto.** — Gli animali scelgono gli alimenti principalmente dietro la scorta dei sapori, quindi l'organo del gusto trovasi sempre nella prima entrata del tubo digestivo. Quantunque la *lingua* ne sia la sede principale pure la sensazione di certi sapori può anche essere percepita da altre parti della bocca.

La membrana mucosa, che involge la lingua dell'uomo, è fornita di moltissimi vasi sanguigni, e sull'arco di quest'organo esistono numerose appendici moltiformi che ne rendono scabra la superficie. La quali prominenze, dette *papille*, sono di varia natura; alcune, ma poche, sono lenticolari, e si compongono di altrettante massette di follicoli mucosi: altre, fungiformi o coniche e numerosissime, sono vascolari o nervose, quest'ultime sovrapongonsi agli estremi capi dei fili provenienti dal nervo linguale, e pare servano principalmente al senso del gusto.

La lingua, interamente composta di molti muscoli incrociati, riceve i rami di parecchi e diversi nervi, alcuni dei quali servono a moverla, altri a trasmettere al cervello le impressioni dei sapori; la qual ultima funzione ha luogo per mezzo del nervo trifaciale ossia del quinto pajo. Esso deriva dalla estremità superiore del midollo spinale (fig. 54), e tosto uscito dal cranio si divide in tre branche principali, cioè nel nervo oftalmico che si dirige all'apparato della vista, ecc., nel nervo mascellare superiore il quale si ramifica nella mascella superiore e nella guancia, e nel ma-

scellare inferiore un grosso ramo del quale, detto il *nervo linguale*, s'espande nella membrana mucosa della lingua.

§ 215. Reciso il nervo linguale ad un animale vivo, quell'organo non si rende immobile, ma è fatto insensibile ai sapori; se invece si tagli il tronco del nervo trifaciale, che sta internamente nel cranio, il senso del gusto è distrutto non soltanto nella lingua, ma in tutta la bocca.

Stroncando i nervi ipoglossi, o dell'undecimo pajo, i quali pur essi vanno alla lingua, l'animale non perde già la facoltà di sentire, ma bensì i movimenti della lingua e di tutte le parti nelle quali esso nervo si spande.

Dunque la branca linguale del nervo del quinto pajo presiede specialmente al senso del gusto. Pare però che anche i nervi del nono pajo, o glosso-faringei, i quali si spargono principalmente attorno la retro-bocca e servono alla facoltà tattile di questa regione, sieno pur essi forniti di una certa sensibilità gustativa.

§ 216. La lingua degli altri mammiferi è presso a poco costrutta allo stesso modo. Invece negli uccelli essendo quasi sempre cartilaginea, e sfornita delle papille nervose, questi animali hanno il gusto più o meno ottuso. Esso poi può dirsi nullo nei pesci; e negli animali inferiori pare che non risieda in un organo speciale, ma venga esercitato da tutti gli organi che concorrono a formare l'apertura della bocca (1).

DEL SENSO DELL' ODORATO.

§ 217. Certi corpi hanno l'attitudine di eccitare in noi delle sensazioni particolari, le quali non ponno essere percette dai sensi del tatto e del gusto, e dipendono dall'odore esalante da se essi.

Gli *odori* sono prodotti da particelle tenuissime, che emanano dai corpi odorosi, e si spandono come vapori nell'atmosfera. Non tutti i corpi volatili o gazosi però sono odoriferi ma in generale quelli che non ponno sciogliersi facilmente

(1) Se moltissimi animali inferiori, così, per esempio, il baco da seta, si lasciano morire piuttosto che accomodarsi di un cibo diverso da quello che loro è naturale, ciò non deve attribuirsi a squisitezza di gusto, giacchè non toccano neppure gli altri alimenti loro forniti, ma piuttosto all'odorato. (*Nota all'edizione italiana.*)

in vapore non danno che pochissimo olezzo, o sono affatto inodori; comunemente le sostanze si fanno tanto più odorose quanto più le condizioni nelle quali si trovano agevolano la loro volatilizzazione. Del resto la quantità di materia che si spande nell' aria per produrre gli odori, è sempre minima anche nei corpi più fortemente odorosi; un pezzetto di muschio può profumare per un tempo indeterminato tutto un appartamento senza scemare di peso in modo percettibile. Moltissimi corpi, così l'acqua, le vesti, ecc., impregnansi di quei vapori, e ponno farsi odorosi; invece altre sostanze, come sarebbe il vetro, impediscono il passaggio a quelle emanazioni. Noi possiamo sentire gli odori dei corpi che ci stanno molto lontani, ma perchè il senso dell'olfatto venga stuzzicato è sempre necessario che le particelle esalanti dai corpi giungano a contatto dell'organo destinato a riceverle. Per la quale condizione il meccanismo dell' odorato è analogo a quello degli organi del gusto e del tatto, e, come presto lo vedremo, molto diverso dagli altri della vista e dell'udito.

§ 218. Dissimo che l' aria è il veicolo ordinario degli odori, perchè questo fluido traendoli seco li porta sino a noi. Dunque l'organo che deve sentirli sarà sempre collocato in siffatta guisa da trovarsi in contatto coll'aria; ed infatti non solo nell'uomo, ma in tutti i mammiferi, gli uccelli ed i rettili, giace sulle prime vie della respirazione.

In essi cioè il senso dell'odorato risiede nelle *fosse nasali*, dentro cui passa continuamente l'aria che va ai polmoni per soccorrere alla respirazione.

§ 219. Le fosse nasali, come fu già indicato, communicano al di fuori colle narici (*b*), e posteriormente si aprono nella retro-bocca (*c*); l'una è separata dall' altra per un tramezzo o setto verticale, decorrente dall'avanti all'indietro nella linea mediana della testa; le loro pareti compongonsi di molte delle ossa della faccia, e delle cartilagini nasali; infine sono molto estese.

Dentro le pareti esterne di ciascuna fossa nasale dell'uomo stanno tre lamine sottili ed accartocciate, dette le *volute* (1),

(1) Nel dizionario anatomico francese la parola *cornet* tanto serve ad indicare l'intero cartoccio nasale, come la lamina ossea che ne forma la parte fondamentale. I *turbinati* del dizionario anatomico italiano indicano più propriamente quella parte ossea, quindi non suggerendoci altra parola più opportuna abbiamo adoperata quella di *voluta* per designare l'interno organo. (*Nota all'edizione italiana.*)

(*g*, *i*, *k*), le quali valgono ad accrescerne la superficie, e sono disgiunte le une dalle altre mediante quei solchi longitudinali che si dicon i *meati* (fig. 59, *f h*). Queste infossature infine comunicano con delle cavità, o *seni* più o meno vasti, scolpiti nello spessore dell'osso frontale (2), delle ossa mascellari superiori, ecc. La membrana mucosa, che veste le fosse nasali, la quale vien anche detta *pituitaria*, è di qualche spessore, e si prolunga oltre i margini delle volute, in modo che l'aria per entrarenelle cavità olfattive deve percorrere dei lunghi ed angustissimi andirivieni, e per poco che la pituitaria s'intumidisca, il passaggio di quel fluido riesce difficile od anche impossibile. Dalla di lei superficie sporgono dei piccoli rialzi che la fanno parere vellutata, e talvolta vi si scorgono dei movimenti vibratili, prodotti da certi cigli microscopici, analoghi a quelli già indicati in altre parti del corpo (la trachea, i bronchi, ecc., nella nota al § 135).

Fig. 59. *Fosse nasali* (1).

Essa è perennemente irrorata da un liquido più o meno appiccaticcio, il muco *nasale*, proveniente in gran parte, a quanto sembra, dai seni sopraindicati, ed accoglie, per ultimo, moltissimi filetti nervosi, alcuni dei quali spettano ai nervi del quinto pajo, altri a quelli del primo od olfattivi (3).

(1) Sezione verticale delle fosse nasali; rappresentante la parete esterna di una di queste cavità; — *a* bocca; — *d* parte della base del cranio; — *e* fronte; — *m* seno sfenoidale; — *n* apertura della tromba d'Eustachio; — *o* velo palatino.

(2) Nell'infanzia i *seni frontali* (*l* fig. 59) non esistono, e sviluppandosi più tardi, col crescere dell'età, giungono a notevoli dimensioni; devesi ad essi principalmente il risalto della parte inferiore della fronte, sopra la radice del naso.

(3) Alcuni fisiologi rifiutano l'opinione, generalmente però ammessa, che i nervi del primo pajo servano all'odorato. Gallieno credeva che funzionassero solo come condotti e canali; nel medio evo vennero scoperte le relazioni esistenti tra i nervi olfattivi e la pituitaria. Magendie recidendo quel ramo del quinto pajo, o trigemino ed anche trifacciale, che portasi al naso, vide conseguirne talvolta, non però sempre, la perdita dell'odo-

§ 220. Il meccanismo dell'odorato è semplicissimo, ed onde la funzione abbia luogo basta che il muco s'impregni delle particelle odorose sparse nell'aria scorrente per le fosse nasali, e che esse particelle vengano in tal modo trattenute su quelle parti della pituitaria le quali ricevono i filamenti del nervo olfattivo.

Ciò posto è facile comprendere la molta importanza che ha il muco nasale nell'esercizio dell'odorato, e come si possa perdere momentaneamente questo senso quando la secrezione si alteri per corizza od infreddatura.

Il nervo olfattivo è lo stromento pel quale trasmettonsi al cervello le impressioni prodotte dagli odori, e siccome nella parte superiore delle fosse nasali le diramazioni provenienti da quel nervo sono più numerose, vi è maggiore la secrezione mucosa, e le vie aeree trovansi più anguste, così gli odori vi sono percepiti più facilmente e con maggior forza. Pare anzi che il naso serva più che altro a dirigere a quella volta l'aria inspirata.

Sembra altresì che sull'attività di questo senso influisca pure la diversa estensione della membrana pituitaria; l'uomo non è certo l'animale il meglio favorito dalla natura in tale riguardo perchè l'apparato olfattivo tocca a maggior perfezione nei mammiferi carnivori, nei ruminanti, ed in alcuni pachidermi (1); nei quali ultimi ad una molta complicazione delle volute nasali s'aggiunge, come lo vedremo a suo luogo, una disposizione notevolissima. Invece questo apparato è semplicissimo nei rettili.

§ 221. Negli animali acquatici il senso dell'odorato si

rato. Pare quindi che il trifacciale serva solo indirettamente a quelle funzioni, sospendendosi pel taglio di esso la secrezione del muco; lo stesso accade per l'occhio quando venga rescissa la branca del trifacciale che si porta a quell'organo. Invece dal taglio dal primo pajo consegue sempre la perdita dell'odorato, ed i pedoncoli, ed i lobi dei quali si compone quel pajo di nervi, trovansi sempre sviluppati nei diversi animali in ragione diretta dello sviluppo della loro facoltà olfattiva. (*Nota all'edizione italiana*).

(1) In alcuni erbivori cornuti, come sarebbero i cervi, i buoi ed i montoni, i seni frontali prolungansi sino alla base delle corna; giungono poi al massimo ingrandimento nell'elefante. Negli uccelli sono molto limitati, ed in essi il senso olfattivo è debole; i rettili hanno i seni anco più piccoli degli uccelli, e l'odorato loro è pure più imperfetto. Ciò che conferma la molta importanza di queste parti dell'apparato olfattivo nell'esercizio delle sue funzioni. (*Nota all'edizione italiana*).

adempie per l'intermezzo del liquido stesso in cui vivono, e l'organo in cui risiede è architettato in modo diverso di quello lo sia nelle specie che respirano nell'aria. Ond'è che le fosse nasali dei pesci non comunicano colla retrobocca, ma sono delle cavità a fondo cieco, dentro le quali la membrana pituitaria s'increspa in molte pieghe, od irradianti dal punto centrale o decorrenti paralellamente le une alle altre, come i denti di un pettine, ai lati di un rialzo mediano.

Esistono in fine degli animali nei quali non si trovò l'organo specialmente adetto all'odorato, quantunque in essi sia indubitata l'esistenza, anzi la squisitezza di questo senso; tali sono gli insetti, i crostacei, i molluschi, ecc.

DEL SENSO DELL'UDITO.

§ 222. **Struttura dell'apparato uditivo.** — Dicesi funzione dell'udito, quella per la quale ci è dato di avvertire i suoni prodotti dai corpi vibranti.

L'apparato che serve a questo senso è complessissimo; essendo composto di parecchie parti, quasi tutte molto minute, occupa poco spazio, e contiensi quasi tutto nello spessore dell'appendice dell'osso temporale, la quale sporge dall'una parte e dall'altra del capo, nell'interno del cranio, e che per la molta sua solidità venne nominata l'*appendice petrosa*, od anche *piramidale* per la forma (fig. 60 *e*).

Nell'uomo quest'apparato distinguesi in tre regioni, cioè nell'orecchio esterno, medio ed interiore.

L'*orecchio esterno* consta del padiglione, e del canale auricolare.

Il *padiglione* (*a*) è formato da una lamina fibro-cartilaginea, flessibile ed elastica, sciolta quasi per ogni dove, meno ai margini del condotto auricolare. La cute che la ricopre è sottile, asciutta, e molto tesa; e ripiegandosi colla superficie esteriore in molte maniere, dà origine a dei rialzi e delle incavature, la maggiore delle quali è designata col nome di *conca auditiva* (*d*). Questa è una maniera di imbuto largamente conico, il quale si prolunga col *condotto auricolare* (*f*), che s'interna nell'osso temporale curvandosi in alto ed in avanti. La cute che fodera questo canale finisce a fondo cieco, e copre i moltissimi

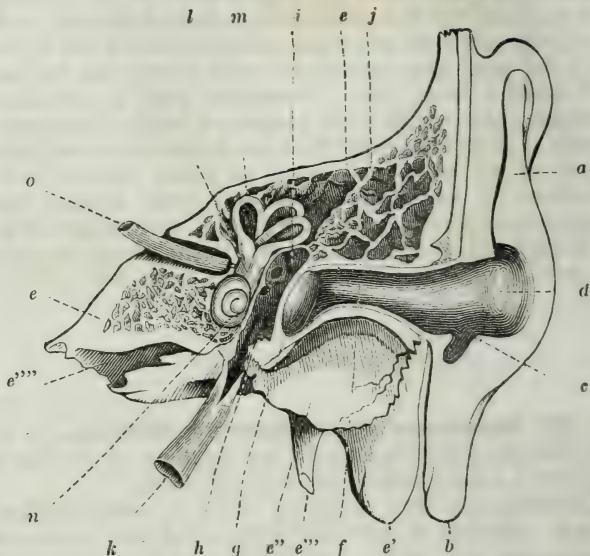



Fig. 60. *Apparato auditivo* (1).

follicoli sebacei che segregano il *cerume* ossia una materia gialla ed amara.

(1) Quest'immagine rappresenta lo spaccato verticale dell'apparato dell'udito; ne furono un po' ingrandite le parti onde mostrare: — *a* il padiglione; — *b* il lobulo dello stesso; — *c* la piccola sporgenza detta *antitrago;* — *d* la conca, che nel fondo continua col condotto auricolare (*f*); — *e e* parte petrigna dell'osso temporale dentro la quale trovasi nicchiato l'apparato auditivo; — *e'* apofisi mastoidea dell'osso temporale; — *e''* parte della fossa glenoidale del temporale, dentro la quale si articola la mascella inferiore; — *e'''* apofisi stiloide del temporale a cui si inseriscono i muscoli e i legamenti dell'osso ioide; — *e''''* parte estrema del canale mediante il quale l'arteria carotide interna entra nel cranio; — *f* condotto auricolare; — *g* timpano; — *h* il tamburo da cui si esportò la catena degli ossicini; — *i* foro immittente dal vano del tamburo nelle cellole (*j*) escavate nell'osso petrigno; sulle pareti interne del tamburo si notano le due aperture dette la finestra ovale, e la finestra rotonda; — *k* la tromba d'Eustachio che del tamburo continua sino alla regione alta della faringe; — *l* vestibolo; — *m* canali semicircolari; — *n* la chiocciola; — *o* il nervo acustico.

L'*orecchio medio* contiene il timpano, il tamburo, e le altre parti che ne dipendono (1).

Vien detto *tamburo* (fig. 60, *h*) una cavità irregolare scolpita nella sostanza dell'osso petroso, la quale forma seguito al condotto auricolare, essendone divisa soltanto per un tramezzo membranaceo, elasticissimo e molto teso (*il timpano*) (*g*). In prospetto all' apertura sulla quale si distende il timpano, cioè sulla parete interna del tamburo, vi hanno due altri fori, chiusi essi pure da una membrana molto tesa, i quali fori, vista la loro forma, ricevettero i nomi l'uno di *finestra ovale*, l'altro di *finestra rotonda.* Inoltre sulla stessa parete posteriore si nota un terzo forame conducente alle cellule scolpite nella regione mastoidea dell'osso temporale; e più in basso si apre la *tromba d'Eustachio* (*k*, fig. 60), lungo e stretto canale che, mettendo capo alla parte posteriore delle fosse nasali (fig. 59 *n*), permette che l'aria esterna entri nel tamburo. In fine decorre a traverso quella cavità, una serie di ossicini (fig. 61), che dal timpano si stende alla mem-

Fig. 61. *Timpano ed ossicini* (2).

(1) Le parti costituenti l'orecchio medio sono in relazione col sistema nutritivo; quelle del'orecchio esterno dipendono dai tegumenti superficiali; l'orecchio interno costituisce il vero fondamento dell' organo. Nel feto notasi un'appendice della faringe che s'addentra negli ossicini dell'orecchio mediano; la vescica notatoria dei pesci, secondo le osservazioni dei signori Weber e di Breschet, si collega all' apparato dell' udito aderendo qualche volta all' orecchio. (*Nota all'edizione italiana.*)

(2) La parete esteriore del tamburo, il timpano, gli ossicini dell'udito ed i rispettivi muscoletti, ingranditi; — *a a* cornice del timpano; — *b* timpano; — *c* manico del martello che s'appoggia coll'estremità nel mezzo del timpano; — *d* la testa di esso articolata coll'incudine; — *e* apofisi sporgente dal collo superiore del medesimo osso, e che si addentra nella scissura glenoidale del temporale; col capo estremo si unisce al muscolo anteriore del martello; — *f* muscolo interno del martello; — *g* l'incudine, che col ramo orizzontale s'appoggia alle pareti del tamburo e colla branca verticale si articola coll'osso lenticolare (*h*); — *i* la staffa, la quale si articola in alto coll'osso lenticolare, e colla base si appoggia alla finestra ovale; — *k* muscolo della staffa.

brana della finestra ovale, appoggiandosi con una appendice laterale (g) alle pareti posteriori del tamburo.

Alle quattro ossa che formano quella catena si diedero i nomi di *martello* (fig. 62, a), di *incudine* (b), di *osso lenticolare* (c) e di *staffa* (d). Il martello si appoggia al timpano con una piccola appendice che potrebbe rassomigliarsi al manico di quell'utensile (c, fig. 61), e la base della staffa posa sulla membrana della finestra ovale. I muscoletti (k) che loro si attaccano gli muovono in maniera da fargli premere con forza ora maggiore, ora minore, su quelle membrane, le quali perciò ponno ciascuna ricevere dei gradi di tensione diversi.

Fig. 62. *Ossicini dell'orecchio.*

L'*orecchio interiore*, contenuto anch'esso per intero nell'appendice petrosa, componesi di molte cavità aperte l'una nell'altra, e che diconsi il vestibolo, i canali semi-circolari, e la chiocciola. Il *vestibolo* (fig. 60, l) giace nella parte media, e comunica col tamburo per mezzo della finestra ovale. Dalla regione superiore e posteriore del vestibolo si alzano, in numero di tre, i *canali semicircolari* (m), i quali hanno la forma di tubi arrotondati, e gonfiansi all'uno dei capi come ampolle. In fine la *chiocciola* (n) è uno strano organo ravvolto in spira come il guscio dell'animale dal quale prese nome. È divisa internamente in due parti eguali da un tramezzo longitudinale, metà osseo, metà tendinoso, comunica coll'interno del vestibolo, ed è separata dal tamburo per la sola membrana della finestra rotonda. Quest'ultima cavità è piena d'aria, invece l'orecchio interno contiene un liquido acqueo; e la membrana che fodera la superficie del vestibolo e dei canali semicircolari è piuttosto sospesa nel liquido di quello che aderisca a quelle pareti ossee.

Il nervo dell'ottavo pajo, che nasce dal midollo allungato vicino ai così detti corpi restiformi, e si diparte dall'encefalo tra il peduncolo del cervelletto e la protuberanza annulare, entra nell'appendice petrosa per un canale osseo detto condotto auditivo interno (1), e finisce dentro le borse mem-

(1) Quel canale però non è continuo, ed il nervo acustico giunge alle diverse parti dell'apparato a traverso i fori di una lamina cribrosa, quindi suddiviso in moltissimi ramoscelli. *(Nota all'edizione italiana).*

branose del vestibolo, dei canali semicircolari e della chiocciola. Lo si nomina *nervo acustico*, perchè ad esso è dovuta la sensibilità dell'organo auditivo.

§ 223. **Meccanismo dell'udito.** — Tali sono le parti principali dell'apparato auditivo dell'uomo e degli animali che più gli rassomigliano; ora è a cercare l'ufizio spettante a ciascuna di esse nell'esercizio di questo senso.

L'udito, come lo si disse, è destinato a farci sentire i suoni.

Il *suono* producesi dal rapido vibrare delle molecole dei corpi sonori. Onde persuadersi dell' esistenza di quelle vibrazioni basta spandere della sabbia finissima su una lastra di vetro, o sulla tavola di un violino, indi produrre un suono qualunque sull'uno o sull'altro di quei piani: i grani di sabbia si agiteranno tosto e verranno lanciati in aria con forza tanto maggiore quanto più il suono sarà intenso. Le ondulazioni del corpo sonoro vengono trasmesse all'aria contigua, come nell' indicato esperimento facevano vibrare la sabbia, ed i suoni si propagano trasmettendosi da uno strato d' aria allo strato contiguo. Ma perchè ci venga fatto di sentirli, bisogna che quelle vibrazioni arrivino all'orecchio interno, e vi facciano vibrare il liquido che bagna immediatamente il nervo acustico. Dunque per rendersi ragione del meccanismo dell' udito sarà d'uopo studiare come procedano quelle onde sonore nelle diverse parti dell' apparato auditivo interposte tra l'aria esterna ed il nervo acustico.

§ 224. Le onde sonore vanno prima ad urtare il padiglione dell'orecchio, il quale, quando è foggiato a cartoccio, serve a riflettere le vibrazioni, e ad accrescere l' intensità del suono che giunge nella regione più interna e più angusta dell'orecchio. È facile fornirne le prove, ed infatti le persone un po'sorde sentono meglio applicando all' orecchio uno stromento che abbia la forma di un imbuto; e d'altra parte se si faccia lo sperimento di tendere sull'apertura superiore di un cono di cartone una membrana sottile, sulla quale si sparga della polvere minutissima, questa la si vedrà vibrare molto più vivamente pei suoni provenienti dalla base dell'imbuto, che non per gli altri che le giungessero dalle direzioni opposte.

La conca dell'orecchio, ed il condotto auricolare, servono nell' uomo agli stessi ofizj, e le altre parti del padiglione

non concorrendo a riflettere i suoni verso il timpano non hanno grande importanza; quindi è poco il danno che l'udito soffre anche dalla intera perdita di tutto il padiglione.

Le vibrazioni prodotte dalle onde sonore nel padiglione dell'orecchio, e nelle parti vicine della testa, sono trasmesse alle pareti del canale auricolare, e da esso alle parti più profonde dell'apparato; ma siccome quelle oscillazioni non ponno che essere debolissime, ed i suoni s'internano principalmente col mezzo dell'aria che si trova in quel condotto, così può mettersi un forte ostacolo alla percezione dei suoni, turandolo o con bambagia o con altri corpi, i quali per la loro mollezza intercettano la via all'aria.

§ 225. Il timpano serve principalmente ad agevolare la trasmissione delle onde sonore dell'aria esterna al nervo acustico. Infatti uno tra i migliori fisici viventi, il signor Savart, provò sperimentalmente che i suoni urtando una membrana sottile e mediocremente tesa la fanno vibrare con molta facilità. Se si sparga della polvere su un foglio di carta incorniciato, questa si agita vivamente e si disegna in linee svariate appena le si avvicini un corpo sonoro in atto di vibrazione. Ripetendo la stessa esperienza con una tavola di legno, od un foglio di cartone, non si avranno gli stessi risultati se non quando si ricorra ad un suono intensissimo; ma se a questi ultimi corpi si applichi un disco membranoso, che sarebbe analogo al timpano, allora si vedranno vibrare facilmente sotto l' influenza di un suono che prima non aveva prodotti effetti sensibili.

Dunque è chiaro che il timpano vibra facilmente appena urtato dalle onde sonore, e che per mezzo di esso le altre parti dell' apparato auditivo percepiscono molto più agevolmente analoghi movimenti.

§ 226. Dalla membrana del timpano le vibrazioni si trasmettono agli ossicini dell'orecchio, alle pareti del tamburo, e molto meglio all'aria là dentro contenuta; così giungono alle pareti posteriori del tamburo, dove, come lo abbiamo indicato, v'hanno dei fori conducenti all'orecchio interno e preclusi da alcune membranette, press'a poco eguali al timpano, che si distende tra il condotto auricolare, ed il tamburo. Le quali membrane devono esse pure agire come il timpano, vibrando cioè allo stesso modo trasmettere i movimenti alle parti loro vicine.

La superficie posteriore di quei tramezzi membranosi

trovasi in contatto col liquido acqueo che riempie l'orecchio interno, nel qual liquido sospendonsi i sachetti membranosi (1), gonfi anch'essi di un liquido proprio, dentro cui nuotano gli estremi e sottilissimi capi del nervo acustico. Dunque le vibrazioni di quelle membrane sono trasmesse al liquido, che le comunica ai sacchi membranosi del vestibolo, per mezzo dei quali infine arrivano al nervo, in cui determinano le impressioni che producono la sensazione del suono.

§ 227. Le cose precedentemente esposte ci provano la molta importanza che ha l'aria contenuta nel tamburo nel meccanismo dell'udire; ora se quella cavità non si aprisse all'esterno l'aria esistente in essa verrebbe presto assorbita e scomparirebbe, e le vibrazioni del timpano trasmettendosi allora all'orecchio interno pel solo mezzo delle pareti ossee del tamburo vi giungerebbero molto difficilmente. Il che ci spiega l'ofizio della tromba di Eustachio, e ci mostra come dall'otturamento di quel condotto possa conseguire la sordità.

Il timpano, quantunque utilissimo a trasmettere i suoni, non è però indispensabile, e quando quella membrana venga a lacerarsi le onde dell'aria contenuta nel condotto auditivo entrando nel tamburo vi fanno vibrare direttamente le membrane della finestra rotonda ed ovale.

§ 228. Si è visto come quella catena di ossicini la quale, attraversando il tamburo, s'appoggia e sul timpano e sulla membrana della finestra ovale, eseguisce tali movimenti che accrescono o diminuiscono la di lei pressione sulle membrane stesse. È facile provare l'utilità di quel congegno. Spargendo della polvere su una membrana tesa ed avvicinandovi un corpo sonoro in vibrazione si vedrà che, anche senza mutare il suono, i grani di sabbia sono lanciati in aria più o meno vivamente secondo che si accresce o si diminuisce ad arbitrio la tensione della membrana; nel qual secondo caso, sempre continuando lo stesso suono, i moti vibratili saranno più forti di quando si dia alla membrana

(1) Questi sacchetti si dicono ora il vestibolo membranoso, ora i tubi semicircolari secondo che occupano il vestibolo od i canali semicircolari; nella chiocciola non si scorge nulla di analogo, ed il liquido che la riempie è lo stesso che bagna il vestibolo membranoso.

una tensione maggiore. Dal che può conchiudersi che la maggiore o minore pressione del martello sul timpano, e della staffa sulla membrana della finestra ovale, servono ad impedire che esse membrane vibrino troppo vivamente sotto l'impulso dei suoni soverchiamente intensi, senza togliere ad esse l'attitudine di oscillare quando poi vengono urtate di un' onda più leggiera. La pressione fatta alla membrana della finestra ovale si comunica, per l' intermezzo del liquido che riempie l'orecchio interno, anche all'altra che distendesi sulla finestra rotonda. Dal fin qui detto ne consegue che gli ossicini dell'udito appoggiandosi, nelle circostanze ordinarie, sulle due membrane alle quali trovansi aderenti, impediscono che le vibrazioni sonore giungano al nervo acustico troppo intense e tali da offendere quell'organo delicatissimo.

La perdita del martello, dell'incudine e dell'osso lenticolare infermano ma non distruggono l'udito; perdendosi invece la staffa ne consegue la sordità, perciocchè essa aderisce per modo alla membrana della finestra ovale, che non può staccarsene senza lacerarla, ed allora sperdendosi il liquido del vestibolo il nervo acustico rimane a secco, e quindi non può più adempiere ai debiti ufizj.

§ 229. Dunque tutte le parti delle quali si compongono l'orecchio esterno e l'orecchio mediano giovano a rendere l'udito più perfetto, ma non sono strettamente necessarie all'esercizio di quel senso; quindi si vedono scomparire mano mano si prendano ad esame degli animali sempre più lontani dall'uomo, e si discenda nelle serie degli esseri. Negli uccelli non esiste più il padiglione esterno, il quale manca pure nei rettili assieme al condotto uditivo esterno, anzi in questi animali il timpano diventa esterno, ed il tamburo si semplifica. In fine in quasi tutti i pesci non si scorge più traccia nè di orecchio esterno, nè di orecchio medio, ed il loro apparato auditivo componesi semplicemente di un vestibolo membranoso su cui si alzano tre canali semicircolari, ciascuno dei quali porta inferiormente un sacchetto, forse analogo alla chiocciola; e quel vestibolo trovasi sospeso ai lati della grande cavità del cranio.

Nelle specie che hanno un posto anche più basso nelle serie zoologiche avviene lo stesso per quanto spetta la chiocciola ed i canali semicircolari, l' uficio delle quali parti non è

ben noto (1); il vestibolo non manca mai, e dovunque esiste un organo speciale pel senso dell'udito si trova sempre un sacchetto membranoso, pieno di liquido, in cui mette capo il nervo acustico; il quale vestibolo deve perciò aversi come lo stromento indispensabile all'esercizio di esso senso.

L'orecchio interno dei molluschi riducesi esso pure ad una vescichetta, posta ad ambo i lati del cervello, e piena di liquido dentro il quale si trovano dei corpuscoli solidi, continuamente oscillanti, ed analoghi a quelle concrezioni petrigne dell'orecchio interno dei pesci che sono dette *otaliti*. Nella maggior parte degli insetti non si scoperse sin ora nessun vestigio di un apparato auditivo particolare, quantunque, a quanto pare, non sieno insensibili ai suoni. In fine sembra che i zoofiti e gli altri animali inferiorissimi sieno destituiti anche del senso stesso.

DEL SENSO DELLA VISIONE.

§ 230. La vista è quella facoltà mediante la quale, resi sensibili all'azione della luce, possiamo conoscere la forma, il colore, la grandezza e la posizione dei corpi.

L'apparato proprio a questa funzione componesi, nell'uomo e negli animali a noi più vicini, dei nervi del secondo pajo, dell' occhio, e delle varie parti che lo proteggono e lo fanno muovere.

§ 231. **Struttura dell'occhio.** — Il *globo o bulbo dell'occhio*, che descriveremo pel primo, è una sfera vuota, anteriormente un po' più gonfia, e piena di umori diversamente fluidi. Il suo involucro esterno componesi di due tessuti distinti, l'uno bianco, opaco e fibroso, detto la *sclerotica* (*s*); l'altro trasparente, e simile ad una lamina di corno, dalla quale somiglianza ebbe anzi nome di *cornea* (*c*). Quest'ultima giace alla parte anteriore del bulbo, e la si potrebbe dire incorniciata dentro un' apertura circolare della sclerotica. Ha la superficie esterna più gibbosa della sclerotica stessa, e quasi rassomiglia ad un vetro da orologio, attaccato ad una sfera vuota, e sporgente da essa.

(1) Secondo le esperienze del signor Flourens, pare che dalla distruzione dei canali semicircolari non ne consegua la sordità, ma solo la confusione dei suoni, i quali perciò sono percepiti dolorosamente.

A poca distanza dalla cornea, e nell'interno dell'occhio, vedesi un tramezzo membranoso (*i*), teso trasversalmente, e saldato al margine anteriore della sclerotica, tutto intorno alla cornea. Questa specie di diaframma, che ha un colore diverso nei diversi individui, dicesi *iride*, e *pupilla* (*p*) il foro circolare che gli si apre nel mezzo. Nel tessuto dell'iride si notano delle fibre muscolari, le quali irradiano dal lembo della pupilla verso la sclerotica, ed altre fibre di eguale natura che girano circolarmente attorno la pupilla cingendola come altrettanti anelli. Quando si contraggono le prime di quelle fibre, la pupilla si dilata, ed invece si ristringe allo scorciarsi delle fibre circolari (2).

Fig. 63. *Spaccato del bulbo dell'occhio* (1).

Dicesi camera anteriore dell'occhio (*ca*, fig. 63) quello spazio che rimane tra la cornea e l'iride, il quale comunica colla camera sottostante all' iride per mezzo dell' apertura della pupilla; l'uno e l'altro di quegli spazj sono riempiti dall'*umor acqueo*, che è un liquido trasparentissimo, composto d'acqua con entro sciolta un po' d'albumina, ed una piccolissima quantità di quelli stessi sali che trovansi in tutte le secrezioni dell'economia animale. Pare che questo umore sia distillato da una membrana posta dietro l'iride, e sulla quale notansi moltissime pieguzze irradiali, dette i *processi ciliari* (*pc*).

(1) Interno dell'occhio; — *s* sclerotica; — *s'* lembo di questa membrana rovesciato onde mostrare le altre sottostanti; — *co* la coroide; — *r* la retina; — *n* il nervo ottico; — *ca* camera anteriore dell'occhio, posta tra la cornea e l'iride e ripiena di umor acqueo; — *i* l'iride; — *p* la pupilla; — *cr* il cristallino posto dietro la pupilla; — *pc* processi ciliari; — *v* umor vitreo; — *bb* porzione della congiuntiva la quale dopo aver coperta la parte anteriore dell'occhio se ne stacca, e fodera le palpebre.

(2) I movimenti dell'iride sono simpatici, cioè a dire indipendenti dalla volontà, e vengono prodotti dai nervi ciliari, i quali comunicano coi nervi oculo-motori-comuni, o del terzo pajo, e con una branca di quelli del quinto pajo. (*Nota all'edizione italiana*).

Quasi tosto dopo la pupilla sta una lente trasparente detta il *cristallino* (*cr*), racchiusa in un sacchetto membranoso e diafano (*la capsula del cristallino*). Pare che si debba al sacchetto la secrezione dell'umore che forma la lente, giacchè se la si estrae da un animale vivo, senza distruggere la capsula, se ne riproduce un'altra. Deve anche notarsi che questo corpo si compone di moltissimi strati concentrici (1), tanto più consistenti, quanto più centrali, ciò che si accorda col modo di formazione ora indicato. Pare in fine che ogni strato compongansi di fibre, i lembi delle quali s'ingranano gli uni negli altri, e che s'intrecciano con mirabile disposizione (2).

Importa inoltre di avvertire che la parete posteriore del cristallino è molto più convessa della parete anteriore (3).

Dietro al cristallino giace una gran massa gelatinosa e diafana, analoga alla chiara dell'uovo, e contenuta in una

(1) Per troppa induzione analogica si ritenne sino a questi ultimi tempi che il cristallino di tutti gli animali fosse eguale a quello dell' uomo, Brewster, però, e Dugès ponendo a macerare il cristallino di diverse specie nell'alcool, dove si fende a seconda la struttura che gli è propria, ebbero a notare in essi delle diversità affatto inattese. Brewster, per esempio, osservò che le fenditure di quello dei pesci decorrono sempre da un punto centrale ad altro punto centrale, come i meridiani della sfera decorrono ai poli (fig. A, *a*); in quello di altri animali invece dei punti polari gli si presentano dei centri lineari prolungati in direzione opposta (*b*); altri infine non hanno già una sola linea centrale, ma tre linee divergenti da ciascun polo, anch' esse opposte nei due poli opposti, dalle quali linee partono i diversi meridiani (*c*). (*Nota all'edizione italiana*).

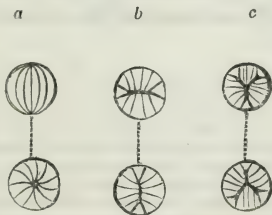



Fig. A.

(2) Tra la capsula e la lente v'ha un fluido speciale, però molto scarso, il quale è pur esso trasparente e dicesi *umore del Morgagni*. (*Nota all'edizione italiana*).

(3) Inoltre curve del cristallino sono diverse secondo le diverse specie degli animali, e l'azione di questo organo è in ragione inversa dell'azione della cornea trasparente; quando la cornea è depressa, come, per esempio, nei pesci, allora il cristallino è sferico; se invece quella è molto protuberante questo è poco convesso. Le curve poi sia del cristallino che della cornea, rigorosamente parlando, non ponno riferirsi alle curve della sfera. (*Nota all'edizione italiana*).

membrana sottilissima, pieghettata in modo che colle molte creste sporgenti dà internamente origine a delle cellette o scompartimenti. Questa membrana è detta *jaloide*, ed *umor vitreo* il liquido in essa racchiuso (*v*).

Ovunque esistono il cristallino e l'iride, meno però nella parte anteriore, l'umore vitreo è circondato da una membrana molle e bianchiccia, detta la *retina* (*r*), la quale è divisa dalla sclerotica solo per mezzo della *coroide* (*co*), altra membrana pur essa sottilissima, formata principalmente da un intreccio di vasi sanguigni, ed impregnata di una materia nera, la stessa che produce quel colore bruno che travedesi negli occhi al di là della pupilla; questa materia manca però nelle persone, e negli animali che diconsi *albini*.

Il bulbo accoglie parecchi nervi; tra i quali, sia per la grossezza, sia per l'importanza degli ufizj che adempie, primeggia il nervo ottico (*o*) che attraversa la parte posteriore della sclerotica e continua colla retina. Quest'ultima membrana pare solo formata dallo sbucciare del nervo ottico, le fibre elementari del quale, tosto giunte alla di lei superficie anteriore, danno origine a moltissime papille cilindriche, strette le une alle altre in modo da ricordare guardate al microscopio, la disposizione di un mosaico (1). Gli

(1) Molti tra i più moderni anatomici non considerano la retina come costituita da un tessuto unico, ma ritengono che sia composta da diversi elementi, quantunque discordino poi nel determinarne il numero.

Treviranus ne enumera tre; Hannover vi nota una parte fondamentale, la posteriore, ed un'altra superficiale. Lo stesso ebbe a notare in quella prima parte la quale è in relazione colla coroide, moltissimi corpicciuoli problematici che meritano una menzione speciale.

Questi corpicciuoli si compongono di verghette cilindriche, o meglio prismatiche, anzi il più spesso esagone per effetto della reciproca compressione; le quali verghette sono tronche ad ambo i capi, ed all'inferiore portano saldata, mediante sutura, una appendice coniforme molto allungata (fig. B, *a*), tale almeno è l'aspetto del maggior numero di esse, perchè ve ne hanno di quelle che sono unite due a due, in tutta la loro lunghezza, ed allora, anzichè terminare piane nella parte superiore, finiscono convesse, conservando però ciascuna il proprio cono terminale (*b*); lo stesso Hannover, in questo caso le disse *jumelles*. I coni terminali sono sempre inguainati in un pigmento di colore giallo-dorato alla punta, e rosso-cremesino verso la base, cioè dove si saldano colle verghette.

Disagregando in un liquido questi strani corpicciuoli si vedono mutare di forme in modi svariatissimi. L'appendice conica facilmente si stacca dalla verghetta e si contrae in un globicino (*c*); i bastoncini ora si spezzano (*d*), ora si curvano (*e*), ora avvicinano gli estremi capi sino a formare un cerchio (*f*); altre volte descrivono una linea serpentina (*g*), nel qual caso talora

altri nervi del bulbo sono sottilissimi, e vengono detti *nervi ciliari*. Essi originano da un ganglietto formato dalla riunione di alcuni rami dei nervi del terzo e quinto pajo, e spargonsi dentro il bulbo o nell'iride o nelle parti circostanti (fig. 55).

resta loro aderente il cono terminale ratratto ed a foggia di un bottone; infine ve ne hanno di quelli che si scindono transversalmente in parecchi dischi (*h*).

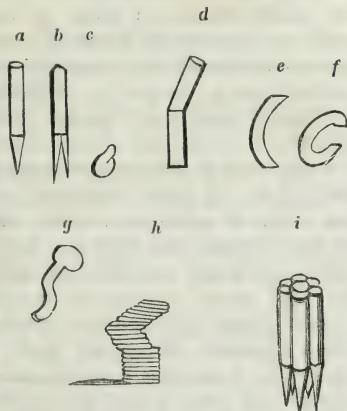
Le oscillazioni che facilmente si notano in questi corpi quando trovansi in macero non vanno attribuite alla loro natura, ma piuttosto alle condizioni fisiche nelle quali allora si trovano; è noto come l'immersione di un corpo in un liquido dia origine a moltissimi fenomeni di movimenti molecolari. Per quanto spetta la loro disposizione nel tessuto fondamentale della retina essi giacciono paralleli gli uni agli altri, a rassomigliando ad un mosaico, anzi si aggruppano in tal ordine da formare dei fascetti, nei quali attorno un bastoncino centrale ne girano il più spesso sei (*i*), altre volte 12, 20, ecc., secondo le specie degli animali; ed i coni terminali si sprofondano nella coroide.

Quantunque siensi emesse alcune ipotesi per spiegarne l'uficio lo si può dire tuttora ignoto, come è ignoto il tessuto al quale veramente aderiscono le codicine.

Fig. *B*.

Il secondo strato, costituente la superficie esterna della retina, dividesi esso pure, secondo Hannover, in posteriore, medio ed anteriore. La parte media è formata dalle fibre del nervo ottico, la posteriore e l'anteriore dalla materia cellulare.

Invece il professore Pacini di Pistoja enumera nella retina cinque strati. Il più interno (corrispondente alla faccia concava della retina) formato dall'espansione di alcune particolari fibre del nervo ottico, contigue le une alle altre in modo da costituire uno strato trasparente, in cui non si scorgono le fibre che dopo la morte (tranne nei conigli in cui si osserva qualche differenza), le quali fibre colla loro estremità sembrano piegarsi in un'ansa ristretta e chiusa. Il secondo costituito da un solo piano di corpuscoli trasparenti, forniti di nucleo e nucleolo, che l'autore nomina *cellule nervose* considerandole come corpuscoli gangliari semplici. Il terzo, di colore caratteristico giallo-rossiccio-chiaro in tutte le classi dei vertebrati, risulta da fibre nervose grigie, disposte a raggi, le quali terminano nelle cellule nervose del secondo strato. Il quarto è composto di più piani di corpuscoli, avvertibili alcune ore dopo la morte dell'animale, e che pei loro caratteri di *nuclei di cellule*, l'autore disse *corpuscoli nucleari nervosi*. Il quinto strato infine sarebbe costituito dai cilindretti di una membrana conosciuta col nome di membrana di Jacop.

In quanto all'estensione di questi diversi strati sulla circonferenza, il 1.°

§ 252. **Meccanica della visione.** — Abbiamo detto che i corpi a noi circostanti agiscono sulla nostra vista coll'intermezzo della luce. Quelli che emanano luce, come sarebbero il sole e le materie in ignizione, sono visibili per sè stessi; gli altri non la diventano se non quando riflettono quella che cade su di essi, in modo da rimandarla sino a noi.

Quell' agente cammina con grandissima velocità, e non ha azione sui nostri sensi se non quando viene a cadere sulla retina posta in fondo all'occhio; i corpi opachi la riflettono o la assorbono; invece i corpi trasparenti, come l'aria atmosferica e l'acqua, la lasciano passare facilmente (1).

Dunque perchè la visione abbia luogo bisogna anzi tutto che tra il corpo che deve essere visto, ed il fondo dell'occhio non si frappongano oggetti opachi. Infatti la cornea, che copre la parte anteriore dell'occhio come lo farebbe un vetro da orologio, essendo affatto trasparente lascia che la luce giunga alla retina a traverso l'apertura della pupilla; nel quale tragitto non incontra poi che il cristallino ed altri umori egualmente trasparenti.

Ma le cose avvengono diversamente in certe malattie nelle quali qualcuna di queste parti perde della naturale trasparenza, e da quell' intorbidamente ne deriva sempre la cecità; tali sono i casi nei quali la luce è intercettata dal cristallino fattosi opaco per *cataratta*, o per quelle macchie bianche, dette *albugini*, che si formano sulla cornea.

il 4 ed il 5 cessano, secondo le osservazioni dello stesso autore, in corrispondenza del cerchio ciliare; crede però che il 2.° ed il 3.° si prolunghino sopra i processi ciliari, coll'iride che ne dipende; e ritiene che nessuno dei vasi sanguigni della retina, penetri nella sua grossezza. Giudica pure che la struttura descritta, sia uniforme in tutte le classi dei vertebrati, variando solo nella maggiore o minore grossezza degli strati ed in altre circostanze accessorie.

Quantunque non sia troppo facile il porre in preciso accordo i risultamenti ai quali giunsero questi e gli altri micrografi, si è creduto opportuno ricordarli ond'essere fedeli all'assunto di far conoscere i principali argomenti intorno ai quali attualmente si adopera la scienza. Ed anche perchè da una parte moltiplicando di soverchio nei libri elementari l'esposizione dei soggetti tuttora discussi si corre pericolo di ingenerare confusione nella mente de' giovani lettori, e di renderne qualcuno diffidente anche in riguardo alle verità le meglio accertate, dall'altra però è certo opportuno il ricordarne alcuni di quando in quando onde mostrare come la scienza sia progressiva e sempre aperta ai giovani benevolonterosi. (*Nota dell'edizione italiana*).

(1) Non però tutta la luce che cade su un corpo passa a traverso di esso; ma ne viene riflessa una parte ora maggiore, ora minore; ed è per questa ragione che i corpi trasparenti ponno, qual più qual meno, servirci di specchio.

Le parti diafane del bulbo non servono soltanto a dar adito alla luce, ma principalmente a deviare i raggi che penetrano dentro l'organo, così da raccoglierli in un punto qualunque della retina; l'interna struttura dell'occhio ha molta analogia collo stromento detto la *camera oscura*, e l'immagine degli oggetti che noi vediamo si dipinge sulla retina nello stesso modo col quale si dipinge sulla tavola di quell'apparato ottico (1).

(1) A ben comprendere questa parte dello studio della visione sarà opportuno ricordare alcuni principj di fisica.

Ordinariamente la luce cammina in linea retta, ed i varj raggi che partono da un punto qualsiasi divergono sempre più prolungandosi nello spazio. Quando piombano a perpendicolo sulla superficie di un corpo trasparente lo attraversano senza mutar direzione; quando invece la incontrano obliquamente sono deviati più o meno da quella loro direzione primitiva. Se il mezzo nel quale penetrano è più denso dell'altro da cui escono, così per esempio se dall'aria passano nell'acqua o nel vetro, allora piegansi a gomito, avvicinandosi alla perpendicolare dal punto di immersione; invece se passano da un mezzo denso in altro più tenue si allontanano da quella perpendicolare con deviazione tanto maggiore quanto il raggio batte più obliquamente la superficie del corpo trasparente.

È facile assicurarsi di questo fenomeno conosciuto col nome di *refrazione della luce*. Un bastone diritto immerso per metà nell'acqua pare sempre spezzato ad angoloso al punto d'immersione in forza di questo cambiamento di direzione che provano i raggi uscendo dall'acqua per entrare nell'aria; se si ponga una moneta in fondo ad un catino vuoto, collocato in guisa che pel margine di esso venga impedito all'osservatore la vista di quel corpo, essa si farà visibile tosto che il vaso venga riempito di acqua (*c*), perchè allora i raggi di luce che partono dalla moneta invece di correre in linea retta, saranno rifratti là dove passano dall'acqua nell'aria, e si allontaneranno dalla perpendicolare; e così mutata la loro direzione primitiva andranno a colpire l'occhio dell'osservatore, mentre prima gli passavano superiormente (*b*, o *d*).

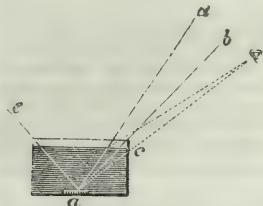



Fig. 64.

Abbiamo detto che i raggi luminosi si avvicinano alla perpendicolare del punto di contatto ogni volta che penetrano obliquamente dentro un corpo più denso di quello dal quale escono; quindi la forma dei corpi influisce moltissimo sulla direzione dei raggi luminosi che loro passano a traverso; i quali raggi verranno ravvicinati, od allontanati secondo che la superficie di essi corpi sarà concava o convessa.

Alcuni esempi agevoleranno l'intelligenza di questa proposizione. Suppongasi che da un punto *a* partano tre raggi divergenti, i quali prolungandosi nell'aria vengano a cadere su una lente convessa, che verrebbe rappresentata dalla curva *b b* (fig. 65). Il raggio *a c*, cadendo perpendicolarmente su quella superficie attraverserà la lente senza deviazione di sorta; ma invece il raggio *a d*, per ciò che incontra obliquamente quella superficie sarà

§ 233. Parte dei raggi di un fascio di luce cadente sulla cornea, viene respinta dalla cornea stessa, altri invece la attraversano; devesi a quei raggi riflessi la lucentezza degli occhi, e la facoltà che hanno di riprodurre le imma-

rifratto e ravvicinato ad una linea che venisse tracciata perpendicolarmente al punto di immersione (la quale perpendicolare decorrerebbe nel senso della linea punteggiata *e*), quindi invece di dirigersi verso il punto *d*, seguirà

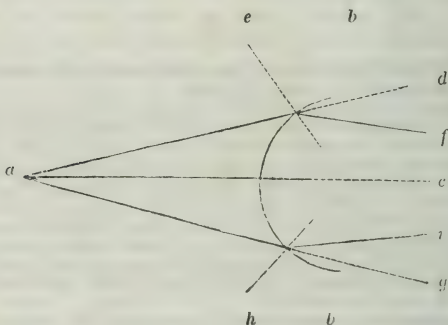



Fig. 65.

la linea *f*. Lo stesso avverrà del raggio *a g*, il quale prolungandosi ed avvicinandosi alla perpendicolare *h*, si porterà al punto *i*, invece di spingersi direttamente in *g*. Gli altri raggi cadenti sulla lente saranno pur essi refratti analogamente, e quindi invece di divergere si avvicineranno, sino anche a raccogliersi in un unico punto, il quale prenderebbe il nome di *foco* della lente.

Se invece di essere convessa la superficie del cristallo fosse concava, allora i raggi luminosi, anzichè ravvicinarsi, come nel caso sopra indicato, divergeranno sempre maggiormente. E, per esempio, il raggio *a d* (fig. 66), dovendo

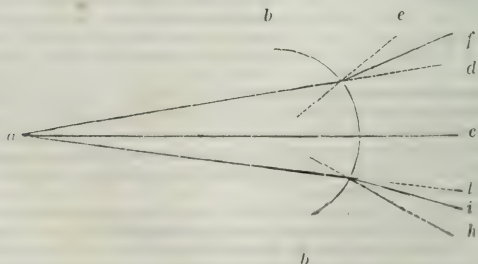



Fig. 66.

gini come lo farebbe uno specchio. Gli altri poi che penetrano in quella lamina trasparente, siccome entrano in un mezzo più denso dell'aria, sono rifratti e ravvicinati alla perpendicolare dell'asse del fascio luminoso: formando colla superficie della cornea un angolo tanto più acuto quanto la cornea sarà più convessa.

Se i raggi luminosi, dopo che attraversarono la cornea, incontrassero nuova aria, essi si rifrangerebbero colla stessa forza colla quale si piegarono entrando in quella membrana, ma però in senso contrario; e quindi riprenderebbero la primiera loro direzione. Ma siccome l'umore acqueo, che riempie la camera anteriore dell'occhio, è molto più refrangente dell'aria, ne consegue che i raggi che vi si immergono, si allontanano l'uno all'altro molto meno di quello che si sieno avvicinati passando dall'aria nella cornea; quindi, per l'azione di queste parti, riescono meno divergenti di quello lo fossero entrando nell'occhio, e risulta maggiore la quantità di luce che entra nella pupilla.

Gran parte della luce che giunge in fondo alla camera anteriore dell' occhio vi incontra l' iride che l' assorbe o la riflette, e nel profondo dell' occhio giunge solo quella che imbocca la pupilla, e che naturalmente sarà tanto più copiosa quanto quell'apertura sarà più larga. Quindi la pupilla si dilata se la luce che giunge all'occhio è scarsa, e in vece si stringe quando viene colpita da molti raggi e vivissimi, servendo così a moderare la quantità della luce che deve giungere alla retina; è a notarsi che gli animali i quali cacciano la preda dopo il tramonto del sole

deviare per avvicinarsi alla perpendicolare del punto di contatto, che è segnata dalla linea punteggiata *e*, correrà nella direzione della linea *f*; e parimenti il raggio *a l*, si avvicinerà alla perpendicolare *h*, seguendo la direzione *i*.

I raggi luminosi che attraversano lenti convesse o concave, deviano tanto più fortemente, quanto la superficie di esse lenti è più curva, e basta la sola ispezione delle figure che ci stanno sott'occhio per comprenderne le ragioni, e per mostrare che: quanto sarà maggiore la curva della superficie sulla quale cadono i raggi divergenti, sarà anche tanto più grande, al punto d'immersione, la deviazione loro verso la perpendicolare dell'asse del fascio luminoso.

Inoltre la fisica ci insegna che i corpi trasparenti rifrangono la luce in ragione diretta della loro densità (o ciò che torna lo stesso quanto, a volume pari, hanno maggior peso), ed in relazione alla maggior copia di materie combustibili che contengono.

sono quelli altri che hanno maggior attitudine a dilatare la pupilla.

Dopo che i raggi attraversarono la pupilla s'incontrano nel cristallino, il quale, essendo una lente trasparente, imparte loro una nuova direzione, gli fa convergere tutti, e gli raccoglie nel *foco*, situato alla superficie della retina. In questa maniera i raggi luminosi, i quali giungono all'occhio dai diversi punti di un corpo lontano, riunendosi in un fascio su questa membrana nervosa vi riproducono in piccolo l'immagine dell'oggetto del quale si dipartivano.

§ 234. Per mezzo dell'esperienza è facile accertarsi che le immagini si dipingono in questa maniera sul fondo dell'occhio; prendendo un occhio di coniglio o di piccione, i quali vanno preferiti perchè hanno la sclerotica pressochè trasparente, o meglio ancora gli occhi di animali affetti d'albinismo, e mettendo davanti alla loro cornea una candela accesa od un oggetto qualunque vivamente illuminato, si vedrà l'immagine di quello chiaramente riprodotta sulla retina.

Ma le immagini così ottenute sono sempre capovolte e non è difficile trovarne le ragioni. Se infatti si rifletta alla via che devono percorrere i raggi luminosi, i quali partendo dall' estremità d' un oggetto (*a c*, fig. 67) si portano alla retina, si vedrà come sieno costretti ad incrociarsi prima di giungere a quella membrana; quindi quello che partiva dalla punta superiore dell'oggetto (*a*) toccherà alla parte inferiore dello spazio occupato sulla retina dall'intero fascio dei raggi costituenti l'immagine (*b*), e viceversa quello proveniente dall'estremità inferiore dello stesso oggetto (*c*) giungerà alla parte alta di quello spazio (*d*); ciò avvenendo pure di tutti gli altri raggi l' immagine dipinta in fondo all'occhio riescirà capovolta.

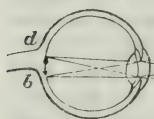



Fig. 67.

§ 235. La materia nera sottostante alla retina, e che investe tutto il fondo dell'occhio e la parte posteriore dell'iride, serve ad assorbire la luce appena essa abbia attraversata la retina. La quale luce se venisse a riflettersi verso altri punti della membrana guasterebbe la

visione confondendo le immagini dipinte in fondo all'occhio; quindi gli uomini e gli animali affetti da albinismo, privi cioè di quel pigmento, hanno la visione imperfettissima. Di giorno vedono appena che basti per dirigersi nei loro movimenti e discernono gli oggetti soltanto alla luce crepuscolare o nella notte.

§ 236. Dunque il bulbo dell'occhio serve a guidare la luce ed a concentrarla sulla retina; e fa l'ufizio di un cannocchiale, molto più perfetto però di quanti stromenti sieno stati sino ad ora costrutti dai fisici, perchè mentre in generale è acromatico, e non dà luogo ad aberrazione di sfericità (1), può variare di portata in modo notevole.

Difatti l'uomo, generalmente parlando, può vedere con eguale chiarezza tanto gli oggetti che gli stanno a pochi pollici dell'occhio, come quelli situati anche a molta distanza. Invece negli stromenti ottici, l'immagine prodotta nel fuoco di una lente avanza, od indietreggia in ragione della distanza dall'oggetto. Si suppose che per dare ai nostri occhi quella diversa portata visiva il cristallino avesse l'attitudine di

(1) La luce bianca formasi dalla riunione di molti raggi elementari diversamente colorati, i quali raggi quando sieno separati danno origine allo spettro solare; non essendo però tutti egualmente refrangibili ne consegue che facendo passare dalla luce bianca attraverso un corpo che la rifranga, essa si decompone più o meno, e gli oggetti che la projettano pajono tinti dei colori dell'iride. Ma quando il corpo che rifrange la luce, si compone di molti strati dotati ciascuno di una diversa forza refrangente, allora può accadere che i raggi elementari, i quali vennero maggiormente deviati da uno di quegli strati, non sieno egualmente deviati da un altro, e per ultimo risultamento dal compenso di queste differenze è possibile ottenere che la luce refratta non si trovi decomposta, e quindi non dia origine a nessun colore.

Questa attitudine di deviare la luce dal suo cammino senza produrre colori è detta *acromatismo*, e lenti acromatiche quelle nel foco delle quali le immagini si dipingono, od incolore, e coi soli colori naturali all'oggetto rappresentato. Esse si ottengono combinando diversi vetri, alcuni dei quali correggono la dispersione della luce prodotta dagli altri, in modo da raccogliere tutti i raggi in un unico foco. Probabilmente anche l'acromatismo dell'occhio dipende da qualche disposizione analoga, ma i fisici non si accordano nello spiegare questo fenomeno; taluni lo attribuiscono alla diversa natura degli umori dell'occhio, altri alla diversa densità dei varj strati componenti il cristallino.

Dicesi *aberrazione di sfericità*, il riunirsi che fanno in centri sensibilmente diversi i raggi che cadono sui varj punti di una lente; quando le lenti sono molto convesse i raggi che passano presso i lembi non concorrono nello stesso foco nel quale raccolgonsi quelli che traversano il centro dello stromento, e per ottenere delle immagini esatte si usa intercettare la via a quei primi raggi soprapponendo alla lente un tramezzo o diaframma forato. Ora le immagini che si formano dietro il cristallino dell'occhio non sono mai diffuse, e la non aberrazione di sfericità pare dovuta all'iride, il quale adempie gli ufizj del diaframma posto nei cannocchiali.

avvicinarsi od allontanarsi dalla retina secondo le emergenze, o che il bulbo moderasse la propria forma. Ma queste ipotesi non trovansi confermate da osservazioni dirette, e l'accennato fenomeno manca tuttora di valevoli spiegazioni. Deve però notarsi che, qualunque pur sia la natura dei processi pei quali l'occhio si atteggia in modo da vedere distintamente gli oggetti posti ad una o ad altra distanza, essi hanno luogo per forza di volontà.

Ma l'occhio non possiede sempre nello stesso grado questa dote preziosa; alcune volte non può vedere distintamente se non alla distanza di molti piedi, e percepisce confusi gli oggetti troppo vicini; altre volte invece discerniamo soli gli oggetti approssimati all'occhio di pochi pollici, e tutto ciò che trovasi più lontano ci pare nebbioso.

La prima di queste imperfezioni, conosciuta col nome di *presbitismo*, dipende da difetto di convergenza dei fasci luminosi che attraversano gli umori dell'occhio. I raggi che arrivano a quell'organo da un oggetto lontano divergendo per pochissimo, ponno essere raccolti nel punto dove si trova la retina quando pure scarseggi la forza refrangente dell'occhio: invece quegli provenienti da un oggetto vicinissimo avendo molta divergenza abbisognano del concorso di una forza refrangente molto maggiore onde essere concentrati in un punto dato dalla retina. Quindi è che i presbiti ordinariamente tengono la pupilla contratta, quasi si sforzassero di lasciar entrare nell' occhio quei soli raggi i quali cadendo nel centro del cristallino, non richiedono molta deviazione per raccogliersi, dietro al cristallino, sul debito punto della retina.

Questo difetto di rifrangenza pare che generalmente dipenda dalla troppa depressione della cornea o del cristallino; dalle quali circostanze deve infatti conseguire il presbitismo che accompagnano quasi sempre la vecchiaja.

La *miopia*, consegue da un effetto contrario; i raggi che attraversano l'occhio sono allora deviati con tanta forza che, a meno d'essere molto divergenti, s' incrociano prima di toccare la retina; una simile imperfezione dall' organo visivo dipende in generale da una troppa convessità o della cornea o del cristallino, ma può anche prodursi dall'abitudine contratta dall'occhio di atteggiarsi in modo da vedere gli oggetti vicinissimi; quindi si può diventar miopi volontariamente facendo uso di lenti ingranditive.

Accade di notare che le persone che hanno la vista molto corta coll'andar degli anni la migliorano anzichè inmiopire maggiormente perchè le secrezioni degli umori dell'occhio, giunta che sia una certa età, facendosi sempre meno abbondanti, scemano la troppa turgescenza della cornea; nei casi ordinari da questo impoverire degli umori ne avverrebbe il presbitismo, ma in simile emergenza si corregge invece il difetto dell' occhio, e la visione è resa più giusta. Se però il miope guadagna, nel modo testè indicato, in quegli anni in cui la vista delle altre persone si affievolisce, questo miglioramento, in generale, di breve durata, e gli umori scemando sempre più, il suo occhio va perdendo della necessaria refrangenza e presto rimane esso pure affetto da presbitismo.

Per supplire a questi naturali difetti si adoperano tali mezzi che colla loro efficacia avvalorano la spiegazione che abbiamo data alle cause del presbitismo e del miopismo. Si pongono, cioè, davanti gli occhi dei vetri le superficie dei quali sono foggiate in maniera ora da accrescere, ora da diminuire la refrangenza dei raggi che loro passano a traverso. Pei miopi si ricorre ai vetri concavi, e tendenti perciò a disperdere la luce; pei presbiti a delle lenti convesse, le quali invece raccolgono i raggi divergenti nell'asse del fascio luminoso.

§ 237. Abbiamo detto che la visione è prodotta dal contatto della luce colla retina; ed in fatti essa perdesi affatto quando questa è colpita da paralisi, ossia da quello stato morboso che è detto *gotta-serena.* Ma la sensibilità della retina è tutta speciale, e quella membrana nervosa manca interamente, o quasi interamente, di ogni sensibilità tattile; la si può toccare ed anche pizzicare e stracciare senza che l'animale mostri segno di dolore.

La retina è bensì atta in ogni punto a ricevere le impressioni della luce, ma pare che nel centro goda di più squisita sensibilità; noi non vediamo distintamente gli oggetti se non quando le loro immagini vengono a dipingersi nella sua parte centrale, quindi allorchè vogliam guardare un qualsiasi oggetto fissiamo l'occhio in esso direttamente.

Infine la sensibilità particolare della retina ha dei limiti, e la luce troppo debole non basta a stimolarla e quella troppo viva l'offende e gli toglie la capacità di agire. Ma in questo riguardo l'abitudine può moltissimo; se si

rimase troppo a lungo nelle tenebre basta un raggio di luce anche languido per abbagliarci e rendere la retina inetta per qualche momento a propri ofizj, invece le persone abituate alla piena luce del giorno non soffrono se non fissando gli oggetti più sfolgoranti, quale, per esempio, il sole.

Quando si fissi a lungo un oggetto senza mutar posizione il punto della retina che ne riceve l'immagine presto si stanca, e se quell'azione viene protratta oltre una certa misura, l'occhio per un po' di tempo è reso insensibile agli agenti ordinarj. Se dopo fissata a lungo una macchia bianca in campo nero trasportiamo l'occhio su un fondo bianco, crediamo vedervi una macchia nera; il che dipende dalla insensibilità della retina la quale antecedentemente s'era stancata fissando la luce bianca.

La retina si stanca altresì per gli sforzi che facciamo fissando gli oggetti. Poichè si guardò con molta attenzione un corpo illuminato da luce troppo fioca presto dolgono l'orbite ed anche la testa.

Nè vogliasi dimenticare che l'impressione prodotta dalla luce sulla retina vi continua per qualche tempo anche dopo il contatto; perciò quando in uno stesso punto di quella membrana succedonsi rapidamente diverse immagini, in modo che l'una cominci a ferirla prima che abbia cessata la sensazione prodotta dall'antecedente, esse si confondono, e ne risulta una immagine sola. Quindi ed un corpo il quale descrive un cerchio con molta velocità ci pare un anello, e non potendo più distinguere gli spazj decorrenti tra i raggi di una ruota che giri rapidamente ci pare di vedere un disco.

§ 238. Il nervo ottico, che sbucciando in fondo all'occhio forma la retina, trasmette al cervello le impressioni prodotte dalla luce su questa membrana; e naturalmente dalla sua rescissione consegue sempre la cecità.

Pare che gli emisferi del cervello percepiscano questa come tutte le altre sensazioni, perchè quando vengano distrutti, l'animale diventa subito cieco. Vi hanno però altre parti dell'encefalo le quali hanno molta parte in questa funzione, e sono i lobi ottici o tubercoli quadrigemini (§ 186, fig. 55, *g*). Distrutti i quadrigemini in un uccello, in cui sono molto sviluppati, esso rimane affetto da cecità; si aggiunga che quegli animali che hanno la retina molto

sviluppata, ed i nervi ottici molto grossi hanno pure i quadrigemini voluminosi e complicatissimi; essi organi ponno aversi come quelle dipendenze dei nervi ottici le quali servono a collegarli agli emisferi cerebrali.

Ma il più curioso risultamento ottenutosi, sperimentando in questo soggetto sull'encefalo, fu di vedere come, distrutto l'emisfero cerebrale, od il lobo ottico, di un lato del corpo, non si acciechi l'occhio corrispondente a quel lato ma l'occhio opposto; e l'anatomia ci spiega sino ad un certo punto questo fenomeno, mostrandoci come i nervi ottici, poco dopo che si dipartirono dal cervello, si riuniscono e s'incrociano in siffatta guisa che quello che proviene dal lato destro manda gran parte delle sue fibre, o forse tutte, all'occhio sinistro, e viceversa (fig. 56).

§ 239. **Organi motori dell'occhio.** — Intraprendendo lo studio della visione avevamo detto che l'organo di questo senso componesi di alcune parti essenziali, cioè del bulbo e del nervo ottico, e di parecchie altre accessorie destinate a muovere ed a proteggere le prime.

§ 240. Servono come organi motori, impartendo all'occhio diverse direzioni, sei muscoletti posti in giro al bulbo, i quali col capo anteriore si inseriscono nella sclerotica, e col posteriore saldansi alle ossa poste dietro quell'organo (fig. 68). E siccome il bulbo si adagia, senza aderirvi troppo tenacemente, su un tessuto cellulare grasso ne avviene che quando uno di quei muscoli, contraendosi, lo tira a sè, non fa che girarlo e mutargli l'asse di direzione.

I nervi poi che muovono quei muscoletti, spettano esclusivamente all'apparato visivo; e sono quelli del terzo, quarto e sesto pajo (fig. 55). Gli uni dipendono dalla volontà, altri sono involontarj,

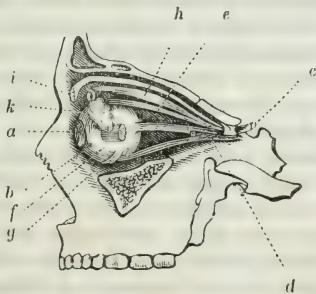



Fig. 68 (1).

(1) Taglio verticale dell'orbita dimostrante la posizione di esso e dei muscoli relativi, — *a* la cornea; — *b* la sclerotica; — *c* il nervo ottico, che entra col capo opposto nel bulbo; — *d* muscolo retto inferiore o depressore del-

e devesi a questi ultimi lo stralunare degli occhi nella sincope.

§ 241. **Parti protettrici dell' occhio.** — Tra queste, che meritano pur esse la nostra attenzione, notansi per le prime le nicchie ossee dentro le quali stanno quegli organi e che vengono dette le *orbite.* Esse sono due fosse profondamente scolpite nella faccia, precluse da molte ossa del capo, e dentro le quali abbonda il tessuto adiposo che involge il bulbo come un cuscino elastico.

§ 242. Il bulbo anteriormente è protetto dai sopraccigli, dalle palpebre, e da un liquido particolare, l'umor lacrimale, che ne bagna continuamente la superficie.

I *sopraccigli* sono certe sporgenze trasversali formate dalla pelle, quivi guarnita di peli e provvista di un muscolo speciale destinato a muoverla. Servono a proteggere l' occhio dagli urti esterni e ad impedire che il sudore che gronda dalla fronte, scenda ad irritarne la superficie; giovano altresì a difenderlo dalla luce troppo viva e principalmente da quella che piomba dall'alto.

§ 243. L'uomo e tutti i mammiferi hanno due *palpebre*, poste l' una in alto, l' altra in basso, e quindi distinte in superiore ed inferiore; le quali maniere di veli mobili scorrenti davanti l'orbita s'informano sul bulbo in guisa che ravvicinandosi ne coprono tutta la faccia anteriore. Esternamente sono formate dalla cute, che in questo punto è sottilissima e semitrasparente, e trovasi sostenuta da una lamina fibro-cartilaginea (la cartilagine detta *tarso*); all'interno poi sono foderate da una membrana mucosa, la *congiuntiva*, che ripiegandosi sul bulbo copre la parte anteriore della sclerotica, e si confonde colla cornea trasparente. Il lembo libero delle palpebre è guernito da una schiera di cigli, dietro i quali s'apre un' altra di forellini comunicanti colle *ghiandole di Meibomio,* ossia con certi follicoli annicchiati nello spessore della cartilagine del tarso, e che segregano un umore particolare, il quale allorchè si addensa e si dissecca come accade dormendo, è conosciuto col nome di *cispa.* In-

l' occhio; — *e* muscolo retto superiore, od elevatore; — *f* parte del muscolo retto esterno od abduttore; in fondo all' orbita si vede l'estremità dello stesso muscolo, il ventre del quale venne reciso ed esportato per rendere visibile il nervo ottico; — *g* estremità del piccolo obliquo o rotatore minore; — *h* grande obliquo o rotatore maggiore, il tendine del quale, prima di innestarsi alla sclerotica, gira su una carrucoletta; — *i* muscolo elevatore della palpebra superiore; — *k* ghiandola lacrimale.

fine nello spessore delle palpebre decorrono altresì i muscoli che le fanno muovere; l'uno dei quali ne circonda l'apertura come un anello, e serve a stringerle ora più ora meno (fig. 78, *h*), ed un altro, ch'è disteso dalla palpebra superiore al fondo dell'orbita, giova a sollevare quel velo(fig. 68, *i*).

Le palpebre impediscono che la luce abbia accesso nell'occhio durante il sonno, e nella veglia, ora avvicinandosi ora allargandosi, nè lasciano passare solo quel tanto che è necessario alla visione, giacchè se fosse soverchia offenderebbe la retina; chiudendosi istantaneamente proteggono l'occhio dai corpi volanti nell' aria, e lo preservano dagli urti, ed abbassandosi ad intervalli press' a poco eguali lo preservano dall'irritazione che gli proverrebbe da un troppo lungo contatto coll' aria.

La congiuntiva giova principalmente ad agevolare i movimenti che si fanno *ammiccando gli occhi.* Ed inoltre questa sensibilissima membrana segrega un umore che rende la superficie del bulbo anche più levigata, e mitiga il continuo sfregamento della di lei regione palpebrale sulla oculare; ma non bastando a questo uopo il liquido da essa fornito, è necessario che l'occhio sia anche continuamente bagnato dalle *lagrime.*

§ 244. L'umore lagrimale, che si compone di qualche millesima parte di materia animale, e dei sali comuni a tutti i liquidi dell'economia animale, stemperati nell'acqua, proviene da una grossa ghiandola posta sotto la vôlta dell'orbita, dietro la parte esterna del margine di quella caverna, e superiormente al bulbo (§ 240, fig. 68, *k*).

La *ghiandola lagrimale* sgorga quel suo umore alla superficie della congiuntiva per sei o sette canaletti, che si aprono su questa membrana verso la parte alta ed esterna della palpebra superiore. Da quivi le lagrime spandendosi sulla superficie della congiuntiva impediscono che si inaridisca e vi mantengono un velo umido, uniforme, il quale rende l'occhio lucente e vivace. Inoltre ostano all'evaporazione degli umori del bulbo e dei liquidi dei quali è imbevuta la cornea; in fatti, tosto che, morto l'animale, le lagrime cessano d'espandersi alla superficie dell'occhio, esso avvizzisce, e la cornea diventa torbida.

Quella parte dell'umor lacrimale che non svapora o non è assorbito dalla congiuntiva, scola nelle fosse nasali per mezzo i condotti aperti al lembo libero delle palpebre

presso all'angolo interno dell'occhio, là dove questi organi si allontanano dal bulbo per avvicinarsi alla *caruncola lacrimale*, che è un corpiciuolo sporgente, roseo, e formato più che altro da una massicella di piccoli follicoli. I due forellini, che per la loro minutezza diconsi i ponti lacrimali, comunicano con dei delicatissimi canaletti, decorrenti nello spessore delle palpebre, i quali dirigendosi in avanti senza mai deviare, sboccano nel condotto nasale. Quest'ultimo poi, allungandosi dall'angolo interno dell'occhio al meato inferiore delle fosse nasali, attraversa un canale osseo, esistente tra l'orbita ed il naso.

Nella comune dei casi le lagrime vengono lentamente assorbite dai punti lacrimali; ma quando sono copiose trascorrono nelle fosse nasali con tanta rapidità che ad ogni tratto è necessario soffiarsi il naso. Talvolta, e per esempio in seguito a vivissime emozioni, la secrezione delle lagrime è tanta che esse traboccano dalle palpebre, e grondano per le guancie.

§ 245. La struttura dell'apparato della visione, ed il meccanismo ottico, sono pressochè eguali nell'uomo ed in tutti i mammiferi, come pure negli uccelli, nei rettili e nei pesci. Anche certi molluschi, come, per esempio, le seppie, hanno l'occhio analogo all'occhio umano; ma nel maggior numero delle specie di questa classe, esso è architettato molto diversamente; quello degli aracnidi, dei crostacei e degli insetti ha pochissima analogia coll'occhio degli animali superiori. Avremo occasione in seguito di intrattenerci di questi particolari.

DEI MOVIMENTI

Della contrazione muscolare.

§ 246. Le diverse modificazioni del sistema senziente, descritte nelle precedenti lezioni, impartono all'uomo ed agli animali l'attitudine di conoscere gli oggetti circostanti; ma i loro rapporti col mondo esterno non si limitano a questi soli fenomeni in certo modo passivi, giacchè ponno anche agire sui corpi estranei, modificarli materialmente, muoversi, e spesso esprimere con maggiore o minore precisione i loro sentimenti e le loro idee.

Questa nuova serie di funzioni, delle quali ora intraprenderemo lo studio, consegue essenzialmente dalla *contrattilità*, dote non meno generale agli animali di quello lo sia la facoltà del sentire.

Dicesi *contrattilità* l'attitudine che hanno certe parti dell'economia animale di raccorciarsi istantaneamente, poi, con gioco alterno, di distendersi.

Pare che tutte le parti del corpo di certi animali costrutti semplicissimamente, tali le idre (fig. 2), sieno atte a contrarsi; invece nelle specie che tengono un posto appena un po' superiore nelle serie animali, questa facoltà diventa speciale a certi organi che diconsi i *muscoli*. I quali stromenti attivi di tutti i movimenti, formano quasi soli la massa del corpo, e costituiscono ciò che volgarmente si nomina la carne. In generale sono di colore bianchiccio, e se in alcune specie pajono più o meno rossi, quella tinta non è già inerente alla loro sostanza, ma la ricevono dal sangue in essi contenuto.

§ 247. **Struttura dei muscoli.** — Ogni muscolo componesi di un dato numero di fasci muscolari raccolti e cementati da un tessuto cellulare; i quali fasci formansi pur essi di fascetti più piccoli, che la loro volta sono costituiti da fascettini minori; e così procedendo da suddivisione in suddivisione si hanno per ultimo risultamento delle fibre tenuissime, dritte, parallele le une alle altre, le quali, ad un forte ingrandimento microscopico, pare che in generale si compongano ciascuna di una serie di piccoli dischi (1). Il tessuto muscolare di un animale morto è floscio e si lacera facilmente, mentrechè quando è vivo è elasticissimo e molto tenace. Infine essenzialmente si compone di quella sostanza, la quale abbiamo già vista esistere nel sangue e che i chimici dicono *fibrina*, di albumina, d'osmazoma e di alcuni sali.

(1) Le fibre elementari dei muscoli non si compongono soltanto di una colonna di dischi contenuta dentro una guaina molto dilicata, e trasparente, ma di tratto in tratto notansi in esse dei corpiccioli tondeggianti, collegati a quanto pare con quella membrana. Alcuni fisiologi credono che queste fibre si generino da otricelli, racchiudenti ciascuno un otricello molto minore, e giacenti in grandi cellule; veramente mancano tuttora i documenti perchè ciò possa dirsi rigorosamente provato, ma questa maniera di considerarne l'origine spiega moltissimi fenomeni embriologici.

Il tessuto muscolare e le fibrille si comportano diversamente cimentandoli cogli agenti chimici.

(*Nota dell'edizione italiana*).

§ 248. Le fibre muscolari s' accorciano istantaneamente, per l'influenza di certe cause eccitanti, ed allora i fasci che esse formano intumidiscono, e si fanno più rigidi di quello lo sieno nello stato di naturale abbandono. È facile a chicchessia l'osservare questo fenomeno eseguendo un qualunque movimento, ed avvertendo i cambiamenti subìti dai muscoli pei quali esso ha luogo. Si pieghi, per esempio, energicamente l'avambraccio sul braccio, e si vedranno tosto gonfiarsi ed irrigidire i muscoli della parte anteriore del braccio.

È tuttora ignoto il meccanismo mediante il quale avviene la contrazione muscolare. Essendosi osservato che all'atto di questo fenomeno alcune fibre muscolari si piegavano a zig-zag, i fisiologi credettero che il raccorciarsi e l'ingrossare dei muscoli dipendessero da quelle increspature; ma per ulteriori ricerche dovettero accorgersi essere quella una condizione secondaria, e non la causa del fenomeno, avvenendo essa nelle fibre che non si contraggano come le loro vicine, e che rimaste perciò più lunghe sono forzate ad incresparsi. Col soccorso del microscopio è facile notare come nell'atto che un muscolo si accorcia avvicinansi le strie transverse di quasi tutte le fibre carnose; abbreviandosi tutto il corpo del muscolo se ne ravvicinano i capi, e siccome questi saldansi alle parti che devono esser mosse, naturalmente ne avviene, che quelle parti sono attirate l'una verso l'altra, e spostate dalla loro prima posizione.

§ 249. I muscoli non si saldano direttamente sulle parti mobili, ma per mezzo di una sostanza intermediaria, di tessitura fibrosa, la quale penetra in essi in guisa da annettersi con apposito prolungamento a ciascuna fibra elementare. Quel tessuto fibroso, che è bianco e madreperlaceo, ora ha la forma di una membrana, ed allora lo si dice *aponeurosi*, altre volte, rassomigliando ad una corda più o meno lunga, costituisce ciò che gli anatomici nominano i *tendini* (1).

§ 250. **Influenza del sistema nervoso sulla contrazione muscolare.** — Si è detto che la contrattilità spetta specialmente alle fibre muscolari, *ed infatti i muscoli sono le sole parti della economia che, negli ani-*

(1) Con errore volgare si dicono nervi i tendini ed i legamenti, quantunque non abbiano nessun'analogia con quegli organi.

mali superiori, abbiano attitudine a contrarsi; ma quell'attitudine la ripetono dal sistema nervoso.

§ 251. **Influenza dei nervi.** — Ogni fascio muscolare accoglie uno o più nervi, i quali, come lo si avvertiva a suo luogo, compongonsi di una guaina, detta *nevrilema*, e di moltissimi fili longitudinali, che poi si spandono, quasi paralleli gli uni agli altri, per tutto il muscolo transversandone le fibre. Dopo avere così percorso un certo tratto, si vedono curvarsi, formare delle anse, e ritornare al cervello; così che, a quanto pare, descrivono un cerchio continuo con quell'organo.

Ora quando, tagliandolo, si separi uno di questi nervi dalla massa centrale del sistema nervoso, le fibre del muscolo, in cui gettava le sue diramazioni, non sono più atte a contrarsi, e si *paralizzano*. Anzi più, un animale vivente perde l'attitudine al moto tosto che gli si comprima il cervello.

§ 252. Si istituirono parecchie indagini onde scoprire la natura dell'influenza che i nervi esercitano sui muscoli, allorchè vi provocano le contrazioni. Le più celebri furono quelle del fisico bolognese Galvani, perchè nel tempo stesso che sparsero molta luce su questo delicatissimo argomento, guidarono alla scoperta dell'elettricità galvanica, uno de' maggiori ritrovati di che si onori il secolo scorso.

I lavori di Galvani, di Volta e di altri dotti mostrarono come appena vengano in contatto certe sostanze di diversa natura, quali sarebbero il rame ed il ferro, si svolge dell' *elettrico;* il quale scorre velocissimo a traverso dati corpi, che perciò diconsi buoni conduttori (tali, per esempio, i nervi ed i metalli), mentre invece altre materie, il vetro, la resina, ecc., arrestano quell'imponderabile.

Dopo paralizzato un muscolo, tagliando il nervo corrispondente, si può per qualche tempo supplire alla mancanza dell'azione nervosa mediante l'elettrico, e provocarvi con esso delle contrazioni simili a quelle che ordinariamente hanno luogo per opera della volontà.

Ad eseguire facilmente questa esperienza, spellata una rana, la si taglia in traverso all'altezza dei reni; poi denudatile i nervi lombari, s'involgono in una fogliolina di stagno accartocciata; ciò disposto se ne pongono i membri addominali su una piastra di rame, ed ogni volta che lo stagno dei cartoccetti sarà messo in contatto con questo

ultimo metallo, si vedranno i muscoli contraersi, le gambe piegarsi e guizzare, e quella mezza rana parrà rivivere per saltare. Simili effetti ponno ripetersi in qualunque animale morto anche da un po' di tempo, e si esperimentarono pure nell'uomo; essendosi fatta passare una corrente elettrica traverso il corpo di alcuni giustiziati si videro quei cadaveri sbattersi con orribili contorcimenti.

Avviene un fenomeno analogo quando, tagliato un nervo di un animale vivo, si pizzica o si abbrucia il moncherino che rimase aderente ai muscoli; i quali allora si contraggono all'istante, ed a quanto pare, per la stessa causa dalla quale dipendono i movimenti convulsi sopra indicati, essendo provato che in queste operazioni avviene uno svolgimento di elettricità.

Emerge da queste prove che le correnti elettriche hanno sui muscoli un' azione analoga a quella esercitata dall'influenza nervosa: il qual fatto persuase a molti fisiologi che l'influenza nervosa non fosse essa stessa che il trapasso di un fluido sottile, analogo all'elettrico, il quale emanando dal cervello si spandesse nei muscoli, condottovi dai nervi; anzi per qualche tempo si vollero spiegare tutti i fenomeni delle contrazioni muscolari colla proprietà conosciute alle correnti elettriche. Per quanto, a tutta prima, una simili teorica sembri plausibile, non si accorda però con moltissimi fatti scoperti di recente, quindi ci sembra inutile trattenerci più a lungo di essa.

Ma comunque ciò avvenga è evidente che la contrazione è facoltà speciale al solo tessuto muscolare, e che l'azione nervosa ne è la causa efficiente. Ora saranno a cercarsi gli ufici che hanno le diverse parti del sistema muscolare nella produzione di quella importante funzione.

§ 253. I muscoli differiscono moltissimo tra loro, perchè alcuni si contraggono solo per forza di volontà, altri, sottoposti pur essi a questo influsso, ponno però farlo anch quando essa manchi; infine ve ne hanno di quelli sulla cone trazione dei quali la volontà non ha azione di sorta. I muscoli dei membri, appartengono alla prima di queste tre categorie; quelli dell' apparato di respirazione alla seconda; alla terza il cuore, lo stomaco, ecc. (1)

(1) Si avverta che i muscoli sottomessi all'influenza della volontà differiscono dalla maggior parte degli involontarj tanto nella struttura, quanto

§ 254. *Tutti i muscoli che ponno essere messi in azione dalla volontà, accolgono dei nervi provenienti dal sistema cerebro-spinale.* Ma non tutti i nervi che hanno origine da quel sistema adempiono agli stessi ufizj, perchè, come lo si è già avvertito al § 20, alcuni tra essi spettano interamente alla sensibilità. Invece i nervi cerebrali del terzo, quarto, sesto, settimo, nono ed undecimo pajo (fig. 55), sembrano esclusivamente destinati ai movimenti ; infine i nervi cerebrali del quinto pajo e del decimo, e tutti gli altri che nascono dal midollo spinale, servono contemporaneamente alla mozione ed alla sensibilità, ricevendo dalla loro radichetta posteriore (vedi al § 203) l'attitudine di trasmettere le sensazioni al cervello, e dall'anteriore quella di avviare, dal cervello ai muscoli, l'influenza nervosa necessaria a produrvi i moti spontanei.

Infatti, tagliate ad un animale vivo le radici anteriori dei nervi spinali, le parti in cui questi si diramano, perdono l'attitudine a contrarsi, come che se si fossero recise ambedue le radici.

§ 255. **Influsso dell'encefalo.** — Tagliando in traverso il midollo spinale si sopprimono i movimenti in tutte le parti che ricevono i nervi sottostanti alla linea di quella sezione, mentre gli altri che rimangono annessi al cervello, seguitano a produrre movimenti. Se invece si esporti il cervello, o lo si comprima in modo da impedirne gli ufizj, allora accade la paralisi di tutti i muscoli spettanti al movimento volontario.

Sembra però che talune parti del sistema nervoso abbiano sui nervi una influenza di natura diversa. Magendie incidendo quella regione del cervello che gli anatomici dicono i *corpi striati*, trovò che l'animale non è più arbitro de' propri movimenti, e pare spinto all'innanzi da una forza interna irresistibile : si slancia, corre rapidamente, si arresta, ma non può indietreggiare. Se invece si feriscono i due lati del cervelletto di un mammifero, o di un uccello (1), esso cammina, nuota o vola all' indietro, senza mai progredire.

per le funzioni ; i fasci delle fibre dei primi hanno sempre, negli animali superiori, delle strie transversali, che mancano in quasi tutti i secondi ; la quale differenza però non è costante, essendochè le fibre del cuore somiglierebbero, sotto questo aspetto. a quelle dei muscoli volontari

(1) Non così avverrebbe, secondo le sperienze dello stesso Magendie, operando sui rettili e sui pesci.

Ledendo solo un lato di quell'organo avvengono dei fenomeni a primo aspetto i più strani, ma che però non sono che una naturale conseguenza dei suindicati. Così, tosto incisa verticalmente una delle parti laterali del cervelletto, o della protuberanza annulare, l' animale si avvolge sul fianco ferito, e talvolta con tanta rapidità da compiere oltre a sessanta giri al minuto (1).

Da queste curiose esperienze, e dalle indagini istituite nello stesso argomento dal signor Flourens, e da parecchi fisiologi, emerge che *il cervelletto e le altre parti vicine dell' encefalo, servono oltre al resto a moderare i movimenti della locomozione.*

I movimenti i quali hanno luogo e per forza di volontà ed indipendentemente della di lei influenza, pare che in questi ultimi casi dipendano dall'azione del midollo allungato. Infatti, quando il cervello non adempie più le sue funzioni, e quindi manca la volontà, i muscoli dell' apparato della respirazione continuano ad agire nel modo stesso col quale movevansi regolati da quella forza: ma soppprimonsi tostochè si distrugga il midollo allungato, sebbene siasi lasciato intatto il cervello.

§ 256. **Influenza del sistema gangliare**. — *Infine i muscoli i quali contraggonsi per forza affatto indipendente dalla volontà, ricevono i nervi del sistema gangliare*, ed il principio che li rende attivi risiede in quel sistema: mantenendo la respirazione con sussidj artificiali si ponno distruggere l'encefalo ed il midollo spinale senza che perciò si arrestino i battíti del cuore, o le contrazioni peristaltiche dell'intestino.

§ 257. I fatti suesposti provano che tanto nella produzione di un movimento, quanto nel fenomeno della sen-

(1) Questi fenomeni ponno spiegarsi più facilmente di quello facesse Magendie, e senza ricorrere alla ipotesi delle due forze da esso ideate. Infatti, se si rifletta che nel primo caso distrutti i corpi striati, l'animale perde la facoltà visiva, facilmente si vedrà perchè si slanci in avanti sino ad urtare nei corpi che incontra; l' esaltazione prodotta nel secondo esperimento dalla ferita di un organo, dalla distruzione del quale consegue sempre una gran debolezza muscolare ed anche la totale paralisi di quel sistema, può benissimo invilirlo per modo da non permettergli che movimenti di fuga. Per la stessa ipotesi girerebbe, nel terzo, su sè stesso per imparità di forze, e precisamente per la stessa ragione per la quale s'aggira una barca mossa da due remi mossi con diversa spinta.

(*Nota all'edizione italiana*).

sibilità esiste una notevolissima divisione di lavoro; allorchè un movimento è determinato dalla volontà, l'impulsione parte dal cervello, e dai nervi è trasmessa ai muscoli, i quali, contraendosi, non fanno, per così esprimerci, che eseguire gli ordini ricevuti per quei veicoli; ma onde le azioni dei muscoli riescano coordinate, fa bisogno che gli ordini sieno, diremo, temperati; al qual ufizio soccorrono il cervelletto e le altre parti dell'encefalo che gli stanno vicine In ultimo la causa impellente di quei movimenti che l'animale non deve poter interrompere ad arbitrio, non risiede nel cervello, sede speciale della volontà, ma in altri organi, così, per esempio, nel midollo allungato, e fors'anco nei centri nervosi del sistema gangliare.

§ 258. **Durata ed energia delle contrazioni muscolari.** — La contrazione delle fibre muscolari è fenomeno essenzialmente intermittente. I muscoli non ponno durare sempre contratti, e dopo un lasso di tempo, ora maggiore ora minore, forza è che si allentino. Quindi il cuore, che non riposa mai per tutta la vita, si contrae e riposa alternativamente; quando invece nei muscoli volontarj queste stesse contrazioni, che vengono interrotte da un riposo più o meno frequente, sieno protratte oltre un certo tempo producono un senso di stanchezza, il quale va crescendo sino al punto che i moti stessi rendonsi impossibili; ed allora per dissipare quella sensazione è necessaria una perfetta inazione.

La prontezza colla quale i muscoli si stancano varia di molto al variare degli individui; però, a cose pari, è in ragione diretta dall' intensità delle contrazioni, della loro durata e della rapidità colla quale si tennero dietro l'una all' altra.

La forza svolta dalla contrazione di un muscolo dipende e dalla sua tessitura e dall'energia nervosa dell' individuo; quelli più grossi, più rigidi e più rubicondi si contraggono più energicamente degli altri sottili, flosci e smunti; onde producano i maggiori effetti fa d'uopo che a queste condizioni s'unisca una potente eccitazione nervosa, ma esse sono quasi sempre in senso inverso. L'energia delle contrazioni muscolari può farsi grandissima anche per la sola influenza del cervello, come accade negli uomini trasportati dalla collera e nei maniaci; quando infine, nello stato normale dell'economia, si accoppia una molta energia nervosa

ad un gran sviluppo materiale dei muscoli, allora si hanno quegli esempi mirabili che gli antichi raccontano dei loro atleti, e che noi stessi vediamo talvolta ripetersi dai nostri saltimbanchi.

DELL' APPARATO DELLA MOZIONE IN GENERALE.

§ 259. Le contrazioni muscolari ebbero gran parte in molte tra le funzioni sin ora studiate; ma ora cercheremo di svolgere più direttamente questo soggetto prendendo in esame i movimenti generali e parziali del nostro corpo; dai quali dipendono i suoi modi diversi di atteggiarsi, la locomozione e gran numero di altri fenomeni prettamente meccanici.

Tutti i muscoli degli animali meno perfetti si inseriscono nella membrana tegumentale, che è molle e flessibile, ed agendo su di essa modificano la forma dei loro corpi in guisa da farli muovere in tutto od in parte; negli altri meglio costrutti l'apparato motore è più complesso, non componendosi di soli muscoli, ma anche di un aggregato di parti solide che giovano a rendere più precisi, più forti e più estesi i movimenti, e nello stesso tempo danno al corpo la forma che le è propria, e proteggono i visceri dagli urti esteriori.

§ 260. Questa maniera di armatura solida, alla quale s'innestano i muscoli, vien detta lo *scheletro*. In alcuni animali, così negli insetti e nei gamberi, è superficiale, e consegue da una particolare modificazione della pelle; invece lo scheletro dell'uomo e delle specie ad esso affini, cioè dei mammiferi, degli uccelli, dei rettili e dei pesci, è interno e si compone di parti speciali (1).

(1) Spesso s'ebbe occasione di distinguere gli animali vertebrati dagli invertebrati; col primo de' quali i nomi, desunto dalla colonna vertebrale che è la parte più essenziale di quell'impalcatura ossea, e quindi la meno soggetta a mutazioni, s'intendono quelli forniti di un vero scheletro. Siccome, esponendo nella seconda parte del corso la classazione delle specie, vedremo come il metodo zoologico poggi fondamentalmente su questa differenza, così crediamo opportuno aggiungere alcune notizie che valgano a mostrare quali analogie e quali differenze decorrano tra l'armatura solida esterna di alcuni invertebrati, e il vero scheletro interno di tutti i vertebrati.

Lo scheletro di alcuni pesci (come le razze) formasi di una sostanza bianca, opalina, compatta, di aspetto omogeneo, tenacissima ed elasticissima, la quale dicesi *cartilagine*. Lo stesso notasi nello scheletro dell'uomo e degli altri animali, quando trovansi nei primordj della loro esistenza; ma quello stato che nei pesci è permanente, in questi ultimi è solo transitorio, e presto dentro alle loro cartilagini si depongono delle materie petrigne, di natura calcare, che le induriscono e le fanno crude, cioè le rendono vere *ossa*.

§ 261. **Delle ossa.** — Per accertarsi come le ossa in fatto non siano altro che cartilagini irrigidite dai sali calcarei, che si deposero nelle loro maglie, basta porle per qualche tempo in macero dentro un liquido particolare, detto acido muriatico o cloroidrico; siccome scioglie quelle materie pietrigne, ma non la sostanza cartilaginea, così si ottiene la separazione dei sali che ne mascheravano la vera natura (1).

L'una e l'altra di queste parti non ponno considerarsi analoghe se non fisiologicamente parlando, cioè in quanto spetta l'ufizio che adempiono di sorreggere i muscoli e proteggere gli organi; del resto differiscono e per la composizione chimica, e per le condizioni anatomiche.

Infatti la materia petrigna degli invertebrati invece di comporsi principalmente di fosfato di calce, come vedremo poco innanzi nel testo parlandovi delle ossa, è carbonato di calce: e la base che sta a luogo della gelatina è una materia particolare (alla quale si diede il nome di *chitina*), propria agli animali articolati, diversa dalla gelatina perchè non si scioglie dall'acqua bollente, e diversa anche dal muco perchè non si stempera nella potassa caustica.

Idealmente un animale può rassomigliarsi ad un cilindro vuoto per tutta la sua lunghezza; la superficie interna del quale, cioè quella che risponde al tubo alimentare, è circoscritta dalla mucosa, l'esterna dalla pelle. Negli animali vertebrati così immaginati tra lo spessore delle due pareti esisterebbero due strati di muscoli, l'uno in rapporto colla mucosa ed inserviente alla digestione, l'altro, che forma pressochè tutta la massa del loro corpo, sottocutanea ed inserviente, come lo si disse, alla locomozione. Nei vertebrati oltre quei due strati, anzi tra l'uno e l'altro se ne incontrerà un terzo, sorretto dall'impalcatura più o meno solida che dicesi veramente lo scheletro, e prevalente in massa agli altri due.

Quindi anatomicamente lo scheletro, od esiste o non esiste; e la molta importanza che si diede nel metodo a questa condizione è giustificata dall'impossibil supposizione di stati intermedj (*Nota dell'edizione italiana*).

(1) Dall'analisi che fece Berzelius delle ossa dello scheletro umano, precedentemente sgrassate, risulterebbero composte su 100,00 parti di 32,17 di cartilagine: 1,13 di vasi; 53,04 di sotto-fosfato di calce, con un po' di fluoruro di calcio: 11,30 di carbonato di calce: 1,16, di fosfato di magnesia, 1,20 di soda, con un po' di cloruro di sodio. Lo stesso chimico trovò nelle ossa de' buoi una egual proporzione di materie animali, ma molto meno di carbonato di calce. La parte cartilaginea delle ossa essendo composta di gelatina, le si adoperano nelle arti per fabricare la colla, ed in alcuni paesi se ne seppe trarre profitto per l'economia domestica preparando con esse i brodi economici.

L'ossificazione dello scheletro comincia da un grandissimo numero di punti, dai quali mano mano si estende in modo che, se prima contavansi nell'animale moltissimi centri di ossificazione, l'individuo giovane, per l'avvenuta saldatura di queste parti, non ha più che poche ossa, ed ancor meno l'adulto; nell'età molto innoltrata si trovano spesso saldate delle ossa che nell'adulto erano tuttora disgiunte, o si notano incrostate di materie calcaree dei tessuti dapprima semplicemente cartilaginei (1). È facile comprendere quanto giovi questo modo di sviluppo; onde l'armatura solida del corpo non metta ostacolo ai movimenti, bisogna che si componga di un certo numero di pezzi mobili, la quale mobilità è principalmente necessaria allorchè gli organi interni vanno sviluppandosi e crescendo in volume.

La superficie delle ossa è sempre coperta da uno strato membranoso detto *periostio*, e la loro sostanza, come può vedersi facilmente, si compone di fibre o di laminette. Quando, e tale sarebbe il caso delle ossa piatte sovrapposte ai visceri più importanti e delicati, devono occupare poco spazio ed essere molto solide, il loro tessuto è molto compatto; ai invece hanno ad essere voluminose, senza però imbarazzare i movimenti per troppo peso, allora il loro tessuto è denso e fitto ai soli capi estremi, e nell'interno portano scolpite delle grandi cellule, anzi talvolta dei canali, detti midollari perchè pieni di *midollo*. Infine sottoponendoli al microscopio si vede come lo stesso tessuto componesi principalmente di tubettini delicatissimi, o di cellule attorniate da laminette concentriche, tra le quali stanno dei corpuscoli opachi ed ovoidi.

§ 262. La forma delle ossa è molto varia, e si distinguono in lunghe, corte e piatte. Sole le prime, che sono sempre pressochè cilindriche, hanno il canale midollare, ed i tubi che formano il loro tessuto, decorrono longitudinalmente; invece i tubi delle ossa piatte sono paralleli alla superfi-

(1) Nelle cartilagini che poi si ossificano, si notano innumerevoli vasellini sanguigni, i quali mancano nelle altre che rimangono sempre elastiche. Nè l'ossificazione è diversamente estesa soltanto secondo le diverse età di uno stesso individuo, ma differisce molto più secondo le specie degli animali. Quantunque gli scheletri dei pesci e degli uccelli sieno costrutti sullo stesso piano, pure, quando sono giunti ad età adulta, differiscono per modo che nella testa dei primi si conta sempre un numero grandissimo di ossa, e quella dei secondi pare composta di un pezzo solo. (*Nota dell'edizione italiana*).

cie; mancano poi nelle ossa corte supplendo ad essi delle cellule. In tutte queste diverse maniere di ossa si notano spesso delle sporgenze, a cui aderiscono od alcuni muscoli, od altre parti; le quali sporgenze, quando tocchino a certe dimensioni, si dicono dagli anatomici le *apofisi*. Oltre i rialzi vi hanno nelle ossa delle infossature più o meno profonde; che o ricettano delle parti molli, od accolgono altre ossa che devono muoversi dentro quegli incastri. In ultimo sono talvolta attraversate da alcuni fori, dentro i quali passano dei vasi sanguigni o dei nervi.

§ 263. **Articolazioni delle ossa.** — Diconsi articolazioni le giunture di due o più ossa tra loro; i quali modi di congiungimento sono svariatissimi e diversi secondo che le ossa devono conservare le stesse relazioni, o lasciar campo a dei movimenti più o meno estesi.

Quando le ossa si articolano in modo da non permettere nessun movimento, allora o si uniscono per *juxtapositio*, cioè per sovraposizione, o s'*addentellano*, o s'*impiantano* l'una nell'altra. Le articolazioni per sovraposizione dei piani articolari non si trovano se non in quelle parti dello scheletro nelle quali la posizione delle ossa è tale che non possono spostarsi. Nelle articolazioni per addentellatura, dette anche per *sutura*, le superficie connettentisi hanno una schiera di piccole sporgenze e di infossature angolose, reciprocamente inserte le une nelle altre; quindi per esse in breve spazio si ottiene grandissima solidità. Infine diconsi articolazioni per impiantazione, o *gomfosi*, quelle nelle quali un osso trovasi ficcato nel cavo scolpito dentro la sostanza di altro osso che gli serve di base; e queste, solidissime fra tutte, sono però molto rare, anzi speciali ai denti.

§ 264. Le ossa delle *articolazioni mobili*, non si uniscono immediatamente, ma sono tenute a contatto da alcuni legamenti che decorrono dall'uno all'altro.

Talvolta queste superficie articolari trovansi collegate mediante una sostanza cartilaginea, o fibro-cartilaginea, che, aderendo tenacemente ad ambedue, non le lascia movere se non quel tanto che può concederlo la di lei elasticità, ed allora diconsi *articolazione per continuità;* altre volte scivolano l'una sull'altra e sono contenute dai legamenti (1), che, fasciandole tutt'attorno, limitano i loro

(1) Diconsi legamenti alcuni fasci di fibre analoghe alle fibre dei tendini, robustissimi, rotondi o piatti, e di color bianco madreperlaceo, i quali legano le ossa fra di loro.

movimenti; questo modo di congiunzione detto dagli anatomici per *contiguità*, esiste sempre dove i movimenti devono essere liberi e larghi; nel qual caso le superficie delle ossa sono levigatissime e coperte di una lamina cartilaginea che le rende anche più scorrevoli. Ma non paga di queste misure la natura aggiunse nuove provvidenze per diminuire l'attrito ed agevolare lo scivolamento delle superficie; vogliam dire la *borsa sinoviale,* maniera di sacco composto di una membrana analoga alle sierose e piena di un umore viscido. Questa, involgendo da ogni lato le articolazioni, giova a tenerle avvicinate, anche per ciò che impendendo che i liquidi ambienti abbiano accesso negli spazj che quelle parti delle ossa lascerebbero tra loro se si allontanassero, ne consegue che ciò facendo si troverebbero forzate a formare il vuoto; ma il peso di tutta l'aria atmosferica impedisce che ciò abbia luogo, ed esse sono forzate ad un continuo contatto. Ne è prova la molta difficoltà che s'incontra snocchiando in un cadavere una giuntura intatta, operazione la quale invece si eseguisce facilmente tosto che, incisa la membrana sinoviale, si diede libero adito all'aria dentro le cavità articolari.

§ 265. **Azione dei muscoli sulle ossa.** — Tutti i muscoli che devono produrre dei grandi movimenti si saldano allo scheletro con ambedue i capi; quindi, allorchè si contraggono spostano l'osso che resiste meno, e lo traggono verso quello che restando immobile, serve come punto d'appoggio per muovere il primo. Ora il più spesso le ossa, essendo tanto più mobili quanto più distanti dal centro del corpo, i muscoli agiscono sul più lontano; e può notarsi che quelli destinati a muovere un osso decorrono sempre da quell'organo verso il tronco; così i motori delle dita stanno sul palmo della mano e sull'avambraccio; quelli che piegano l'avanbraccio sul braccio, sono collocati su quest'ultima parte; e gli altri che piegano o girano il braccio sulla spalla, risiedono su quest'ultima regione.

Vi hanno però dei casi nei quali i muscoli spostano quelle ossa che ordinariamente servono loro di punto d'appoggio. Ciò avviene, per esempio, quando il corpo trovasi sospeso per le mani, e che si cerca di innalzarlo, giacchè allora i muscoli flettori dell'avanbraccio, non potendo muovere quella regione del membro, gli avvicinano il braccio traendo con esso tutto il restante del corpo.

In generale la maniera dei movimenti prodotti dalla contrazione dei muscoli, dall' una parte dipende della natura dell' articolazione dell' osso spostato, e dall' altra dalle relazioni di posizione che il muscolo ha con esso; giacchè traendolo a sè lo avvicina sempre al punto in cui si salda col capo opposto. Ond' è che i muscoli che piegano le dita verso il palmo, giacciono sulla faccia palmare della mano, mentre gli altri che le raddrizzano, distendosi sul piano opposto dello stesso membro.

Spesso parecchi muscoli sono così disposti da concorrere ad un unico movimento, ed allora si dicono *congeneri;* mentre si nomina muscolo *antagonista* quello dal quale consegue un movimento contrario all' azione di altro dato muscolo.

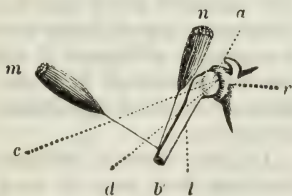
I muscoli si distinguono altresì, sempre in ragione dei loro effetti, in flettori ed estensori, adduttori ed abduttori, in rotatori, ecc.

§ 266. La forza di contrazione di un muscolo è in ragione del suo volume, dell' energia della volontà, e di altre circostanze già designate; ma l' effetto dipende in gran parte dalla maniera colla quale si salda all' osso che deve muovere.

Ond' è che, a pari circostanze, il *movimento prodotto dalla contrazione di un muscolo sarà tanto maggiore quanto esso si salderà meno obliquamente all' osso mobile ;* se vi si unisce ad angolo retto, tornerà utile tutta la forza che esso svolge, la quale andrà invece più o meno perduta nei casi contrari.

Infatti, se il muscolo *m* (fig. 68), che supporremo della forza di 10, si congiungerà perpendicolarmente all' osso (*l*) momobile in *a*, sul punto d' appoggio *r*, esso non avrà che a vincere il peso dell' osso, per trarlo dalla posizione *a b*, nella direzione della linea *a c*, facendo percorrere al punto di sua inserzione uno spazio che diremo, per esempio, di 10. Che invece se l' azione di questo stesso muscolo sarà obliqua sull' osso,

Fig. 68.

e per supposto nella direzione *n b*, ne conseguiranno effetti

molto diversi, giacchè allora tenderà a portarlo nella direzione *b n*, e quindi ad avvicinarlo alla superficie articolare *r*, sulla quale si appoggia; il quale spostamento non essendo possibile, perchè l'osso è una sbarra inflessibile, esso non farà che aggirarsi sul punto *r*, quasi come su un perno, ed il muscolo *n*, contraendosi col grado di energia attribuitagli, non varrà che a spostarlo nella direzione *a d*, perdendo così i tre quarti della sua forza; o con altre parole il muscolo *n*, produrrà gli stessi effetti che avrebbe prodotti con solo un quarto di quella sua energia se invece di saldarvisi in direzione obliqua vi si fosse innestato perpendicolarmente come il muscolo *m*.

In realtà poi quasi tutti i muscoli si saldano molto obliqui alle ossa, quindi in modo poco adatto a rendere proficui gli effetti delle loro contrazioni. Merita però che si prenda in esame una peculiare disposizione che diminuisce il più spesso l'obliquità della inserzione, cioè quel rigonfiamento, o capitello, che trovasi alla testa delle ossa lunghe, e che serve principalmente a farne più solide le articolazioni. I tendini (*i*) dei muscoli (*m*), posti superiormente alle articolazioni, generalmente s'inseriscono tosto sotto questo capitello, e quindi si uniscono all'osso mobile (*o*) in direzione non troppo diversa dalla perpendicolare, come può vedersi raffrontando la disposizione del muscolo *m*, della fig. 70, dove esiste questa sporgenza, all'altra tracciata nella fig. 69, nella quale essa manca.

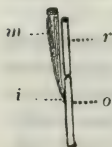
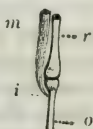



Fig. 69. Fig. 70.

§ 267. *Inoltre ha moltissima parte nella potenza degli effetti prodotti dalla contrazione di un muscolo la distanza decorrente tra il luogo in cui si innesta all'osso, il punto d'appoggio sul quale l'osso si muove, e l'estremità opposta del braccio di leva che esso rappresenta.* Per spiegare questo fatto sarà opportuno risovvenirsi di alcune leggi della meccanica.

Le ossa, come lo abbiamo detto, ponno aversi come altrettante *leve*, sotto il qual nome i fisici intendono delle verghe rigide, che muovonsi intorno un punto fisso, detto *punto d'appoggio*. La forza motrice della leva riceve il nome di *potenza*, e dicesi *resistenza* l'altra che si oppone a quello spostamento; infine per *braccio di leva della potenza*, e *brac-*

cio di leva della resistenza, s'intendono le distanze decorrenti tra il punto d'appoggio ed i punti ai quali si applicano l'una o l'altra forza.

Ora per far equilibro ad una data resistenza si esigono delle forze diverse a seconda la diversa lunghezza dei bracci di leva; come può notarsi osservando il mecanismo delle bilancie dette *romane*, o stadere (fig. 71), l'ago delle quali, ossia il fusto, è diviso dal punto di appoggio *a*, in due parti di lunghezza diversissima. All'estremità dell'una (*r*), che è cortissima, si trova la resistenza, ossia l'oggetto che si vuol pesare; sull'altro braccio (*p*), scorre un peso qualunque il quale equilibra una resistenza tanto maggiore quanto più lo si allontani dal punto d'appoggio, o, ciò che torna lo stesso, quanto più si allunghi il braccio di leva della potenza, conservando sempre eguale quella della resistenza

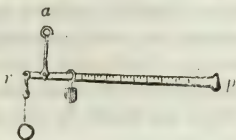



Fig. 71.

Tutti conoscono altresì quanta diversa forza impiega un uomo che tenti sollevare un carico, secondo che vi si provi a braccio teso od a braccio piegato. Eppure in ambedue quei movimenti agiscono sempre gli stessi muscoli, ed è eguale il braccio di leva della potenza, solo che mutasi quello della resistenza, rappresentato dalla diversa distanza decorrente tra il braccio e la mano.

Inoltre la meccanica ci insegna che ad ottenere l'equilibro è d'uopo, in qualsiasi genere di leva, che la resistenza e la potenza sieno reciprocamente proporzionate alla lunghezza dei loro bracci di leva, cioè che ambedue dieno lo stesso prodotto.

Quindi per equilibrare una resistenza (*r*), eguale a 10, applicata all'estremità di una leva (*a b*), della lunghezza di 20, se la potenza si trova in *b e*, cioè equidistante dal punto d'appoggio, dovrà essere anch'essa della forza di 10; che se invece è applicata al punto *c*, onde produca effetti eguali bisognerà che sia di 20, giacchè la resistenza, che supponemmo eguale a 10, moltiplicata per 20, ossia per la lun-

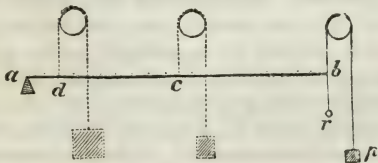



Fig. 72

ghezza del suo braccio di leva darà 200 e d'altra parte il braccio di leva della potenza (*c a*), non essendo che di 10, perchè produca anch'esso 200, dovrà essere moltiplicato per 20. Infine se la potenza si trova anche più vicina al punto di appoggio, cioè, per esempio, in *d*, sarà d'uopo ricorrere ad una forza eguale a 100 perchè il suo braccio di leva essendo solo di 2, $2 \times 100 = 200$.

La disposizione delle leve influisce tanto sulla rapidità dei movimenti quanto sulla loro intensità, quindi e si può vincere con una potenza comparativamente debole una resistenza molto più forte, e con una forza motrice fornita di una qualunque velocità si può, applicandola alle leve, ottenere ad arbitrio un movimento più o meno rapido.

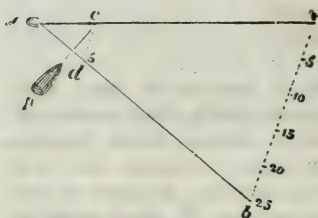



Fig. 73

Per dimostrarlo suppongasi che la potenza *p* agisca sulla leva *a r*, in modo che il punto di sua inserzione (*c*) scorra, in un minuto secondo, uno spazio di 5; contemporaneamente avverrà che l'estremo capo (*r*) di quella leva sposterassi da *r* in *b* con una velocità eguale a 25, perchè la distanza percorsa in tempi eguali da questo punto sarà cinque volte maggiore di quella percorsa dal punto *d*. Dunque con una forza dotata della sola velocità di cinque si ottengono, applicandola al punto *c*, gli stessi effetti che si produrrebbero applicando direttamente al punto *r*, un'altra forza della velocità di 25.

Vogliasi però riflettere come da queste dimostrazioni emerge che ogni guadagno di velocità torna a scapito della forza, perchè quei risultati si ottengono allungando il braccio di leva della resistenza molto più di quello della potenza.

Nell'economia animale quasi tutte le leve, rappresentate dalle ossa, architettansi in modo da agevolare la rapidità dei movimenti, con detrimento della forza che li produce. Quindi se la velocità colla quale i muscoli si contraggono quando si abbassa un braccio teso, è tale che al punto della loro inserzione si spostino di tre pollici ogni minuto secondo, l'estremo opposto del membro s'allontanerà contemporaneamente, dalla sua prima posizione, colla velocità di tre piedi.

Ricordati questi preliminari della meccanica animale possiamo intraprendere lo studio delle diverse parti dell'apparato locomotivo, esaminandolo a preferenza nell' uomo.

DESCRIZIONE DELL'APPARATO MOTORE DELL'UOMO.

§ 268. L'apparato motore dell' uomo e di tutti gli animali superiori componesi, come ebbimo luogo a dirlo altrove, dello scheletro e dei muscoli.

Lo scheletro, costituito da molte ossa insieme riunite, si divide in tre regioni corrispondenti a quelle del corpo; cioè nella testa, nel tronco e nei membri.

§ 269. **Della testa.** — Nella testa notansi due parti principali, il cranio e la faccia.

Il cranio è una maniera di scattola ossea, di forma ovale, che occupa tutta la parte superiore e posteriore della testa, e racchiude (§ 183) il cervello ed il cervelletto. In esso si contano otto ossa, cioè sul davanti il frontale o coronale (*f*, fig. 74); in alto i due parietali (*p*); i due temporali (*t*) ai lati; posteriormente l'occipitale (*o*); ed inferiormente lo sfenoide (*s*) e l' etmoide; tutte, meno però l'ultimo, hanno la forma di piastre sottili, sono molto compatte, e si articolano l' una coll'altra in modo da rendersi immobili, impartendo così al cranio molta solidità. Inoltre quelle articolazioni hanno ciò di notevole che mutano di forma nelle diverse regioni del cranio onde meglio resistere agli urti esterni i quali, secondo i diversi punti su cui cadono, tenderebbero a disaggregare le ossa in modi diversi. Così, quando un colpo venga a

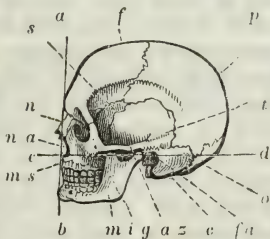



Fig. 74 (1).

(1) *f*, Osso frontale o coronale; — *p*, parietale; — *t*, temporale; — *o*, occipitale; — *s*, sfenoide; — *n*, nasale; — *m s*, mascellare superiore; — *g*, osso giogale o malare; — *m i*, mascellare inferiore; — *n a*, apertura anteriore delle fosse nasali; — *f a*, foro auditivo; — *a z*, arco zigomatico, composto di alcune parti del temporale e del giogale; — *a*, *b*, *c*, *d*, linee dell' angolo faciale, di cui si dirà in séguito.

battere in cima al capo, il movimento che da colà si propaga in ogni direzione, respingerebbe le ossa parietali, getterebbe innanzi il frontale, ed all' indietro l' occipitale; quindi queste parti si addentellano le une nelle altre mediante suture ingranate solidissimamente. Invece per un urto laterale si sfonderebbe uno dei temporali se, a provedervi, la natura non gli avesse saldati alle ossa vicine non solo mediante un ingranaggio, maniera di saldatura che non vale se non contro le disgiunzioni, ma col rinforzo di un lembo articolare tagliato molto obliquamente, per il che all' esterno risultano molto più grandi dello spazio dentro il quale si trovano annicchiati.

La vôlta del cranio non presenta altri particolari meritevoli di osservazioni; invece alla sua base notansi moltissimi fori che danno libero accesso ai vasi sanguigni del cervello ed ai nervi provenienti dall' encefalo: il massimo tra questi fori, che trovasi nell' occipitale, è traversato dal midollo spinale, e presso all' orlo porta, ad ambo i lati, un' apofisi larga e convessa, detta *condilo*, la quale serve ad articolare la testa sulla colonna vertebrale. Così la testa si troverebbe in bilico su quella maniera di perno se la parte posta anteriormente all' articolazione non fosse molto più voluminosa della posteriore; ond' è che, per ottenere quell' equilibro, i muscoli che si dipartendosi dalla colonna vertebrale si saldano alla parte posteriore del cranio, e che servono ad alzarlo, sono più numerosi e più energici dei muscoli flettori, disposti analogamente nella parte anteriore; quindi pure quando i primi si rallentano, come avviene nell' uomo, la testa cade il più spesso all' innanzi, e s' appoggia al petto.

Inoltre ai lati della base del cranio si notano due altre apofisi più grosse, dette *mastoidee*, (fig. 76, *a*), alle quali si attaccano i due muscoli che, discendendo obliqui verso il petto, scorrono sulla parte anteriore del collo, e servono a girare la testa sulla colonna vertebrale. Infine, tosto dopo queste apofisi, s' incontra l' orifizio del canale auditorio esterno, il quale, come le altre parti dell' orecchio medio e dell' orecchio interno, è scolpito in quella regione dell' osso temporale che dicesi l' apofisi petrosa, o la rocca per la sua molta durezza (§ 222).

§ 270. La Faccia si compone di quattordici ossa di forme svariatissime, e presenta cinque grandi cavità destinate a ri-

cettare gli organi della vista, dell'odorato e del gusto. Tutte queste ossa, meno però la mascella inferiore, sono affatto immobili, e si connettono o l'una coll'altra, o con quelle del cranio. Le due principali sono le *mascellari superiori* (*ms*, fig. 74), le quali compongono quasi intera quella mascella, ed articolandosi col frontale fanno parte delle orbite e delle fosse nasali; esteriormente poi si uniscono alle *jugali* (*g*), dette anche *zigomatiche* o *malari*, e posteriormente alle *palatine*, che alla loro volta si congiungono allo *sfenoide*.

Le *orbite*, come lo si avvertiva al § 241, sono due infossature coniche, la base delle quali diretta all'innanzi; l'osso frontale ne costituisce la vôlta, ed il mascellare superiore il pavimento; hanno ai fianchi l'etmoide ed un ossicino detto *lagrimale;* al lato esterno l'osso jugale e lo sfenoide, il quale ultimo, là dove in fondo le chiude, è traforato da parecchie aperture che danno accesso al nervo ottico e ad altri rami nervosi inservienti alla visione. Nella vôlta dell'orbite notasi una depressione che ricetta la ghiandola lacrimale, e nella parete esterna sta scolpito un canale che scende verticalmente nelle fosse nasali, e serve a scolare le lagrime.

Il naso essendo quasi tutto cartilagineo, ne avviene che le aperture nasali dello scheletro (*na*, fig. 74) riescano larghissime, e poco sporgente la parte ossea di questo membro, formata dai due ossicini *nasali* (*n*). Le *fosse nasali* sono molto estese; superiormente s'addentrano nell'etmoide, che nell'interno è pieno di cellette; inferiormente dividonsi dalla bocca per mezzo della vôlta del palato, composta dei mascellari superiori e delle due ossa *palatine;* infine l'una è separata dall'altra mediante un tramezzo verticale, formato, in alto da una lamina dell'etmoide, ed in basso da un osso particolare detto il *vomero*. Inoltre, là dentro stanno due ossa distinte, i *turbinati*, i quali formano le volute inferiori, e vi si nota l'apertura dei seni frontali, sfenoidali e mascellari, cavernosità più o meno vaste, scolpite nello spessore dell'osso da cui prendono il proprio nome (fig. 59, § 219).

I denti della mascella superiore s'infiggono tutti in quel mascellare, che nei giovani è composto di molti pezzi; anzi nei primi periodi vitali degli individui di quasi tutte le

specie vedesi distinta una parte anteriore, detta l'*osso intermascellare* (*im*, fig. 75).

Fig. 75. *Teschio di un cavallo* (1).

La mascella inferiore dell'uomo consta di un solo osso; giacchè in esso, come in moltissimi altri animali, le due metà, delle quali originariamente è composta, prestissimo si saldano in un corpo unico. Il *mascellare inferiore* rassomiglia alla grossa ad un ferro di cavallo molto rialzato ad ambi i capi. Si articola coi temporali mediante un condilo sporgente, situato alle due estremità, e che s'annicchia in una fossa detta *glenoidale*. Infine anteriormente ai condili, una per parte, e sempre ai capi estremi del mascellare inferiore, sporgono le apofisi *coronoidi*, alle quali si salda uno dei muscoli elevatori della mascella (il muscolo temporale). Detti muscoli (fig. 76) s'innestano tutti verso l'angolo di esso membro, poco lungi dal punto d'appoggio su cui si move quella maniera di leva. Ma il più spesso la resistenza che la mascella deve vincere, masticando, si trova invece applicata alla sua parte anteriore, sì che quei muscoli, per quanto robusti, non ponno produrre che effetti debolissimi e, quindi per frangere coi denti i corpi che hanno una certa solidità, fa d'uopo portarli verso il fondo della bocca, dove il braccio di

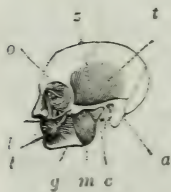



Fig. 76 (2).

(1) *oc*, *t*, *f*, Ossa occipitale, temporali, e frontali; — *n*, nasale; — *m*, mascellare superiore; — *im*, intra-mascellare; — *mi*, mascellare inferiore; — *o*. orbite; — *i*, denti incisivi; — *c*, canini; — *m*, molari.

(2) Muscoli principali della testa; — *o*, muscolo orbicolare delle palpebre, il quale serve a chiudere gli occhi; — *b b*, muscolo orbicolare delle labbra, che ravvicina questi organi; — *g*. muscoli delle guance; — *m*, massetere, inserviente ad alzare la mascella inferiore; — *t*, muscolo temporale preposto allo stesso ufizio; — *z*, arco zigomatico; — *c*. articolazione della mascella inferiore; — *a*, foro dell'udito, ed apofisi mastoidea.

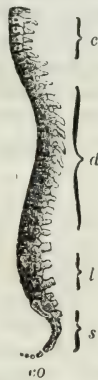
leva essendo più corto riesce più energico. I muscoli elevatori della mascella si saldano tanto alla superficie esterna quanto alla interna di essa, e trovano il punto d' appoggio lateralmente al capo, e molto in alto sulla tempia; sulla quale si allargano dopo che passarono tra le pareti laterali del cranio ed un arco osseo, detto *zigomatico* (*z*), gettato dalla tuberosità dell' osso malare all' orecchio; il quale inoltre serve di punto d' inserzione a quell' organo.

Dal fin qui detto la testa parrebbe composta di ventidue ossa essenziali; realmente però sono molto più numerose, perchè dentro il temporale esistono (come si disse al § 222) i quattro ossicini spettanti all' apparato auditivo, e perchè tra le ossa della testa va pure compreso l' *ioide* (fig. 23), che, sospeso ai temporali mediante appositi legamenti, e posto a traverso la parte superiore del collo, porta la lingua, e sorregge la laringe.

§ 271. **Del tronco.** — La COLONNA VERTEBRALE è la parte principalissima del tronco, anzi dell' intero scheletro, servendo di sostegno a tutte le altre; quindi la sua forma varia di poco nei diversi animali.

Dicesi colonna vertebrale una maniera di fusto osseo, disteso per tutta la lunghezza del corpo, e che si compone di parecchi ossicini, le *vertebre*, posti capo, a capo e collegati solidamente tra loro.

Fig. 78.

Questa colonna (fig. 78), detta comunemente la *spina dorsale*, giace pel lungo della linea mediana e posteriore del corpo (fig. 77), ed all' estremità superiore sostiene la testa, la quale può aversi come un seguito di essa (1). Nell' uomo vi si contano trentatrè vertebre, spettanti a cinque diversi gruppi; sette cioè sono vertebre cervicali (*c*): dodici dorsali (*d*): cinque lombari (*l*):

(1) Infatti ora quasi tutti i zoologi s' accordano nel ritenere la testa come formata da un seguito di vertebre, dissentendo solo nell' enumerarle. Alcuni ve ne contano quattro, altri cinque, considerando le cartilagini del setto nasale come rappresentanti il corpo della prima di queste *vertebre cefaliche*. A riconoscere questa analogia, scoperta nel 1807 da Oken, e che sparse tanta luce sulla parte teorica della natomia comparata, fu sempre di grave ostacolo la speciale apparenza che le vertebre cefaliche assumono, principalmente nell' uomo, per la molta allargatura del loro foro centrale (che forma la cavità del cranio), e pel modo con cui si addossano le une alle altre. (*Nota dell' edizione italiana*).

Osso frontale.

Osso parietale.

Orbite.

Osso temporale.

Mascella infer.

Vertebre cervicali.

Clavicola.

Omoplata.

Omero.

Vertebre lombari.

Osso iliaco.

Osso iliaco.

Cubito.

Radio.

Osso del carpo

Osso del metacarpo.

Falangi.

Femore.

Rotella.

Tibia.

Fibula.

Tarso.

Metatarso.

Falangi.

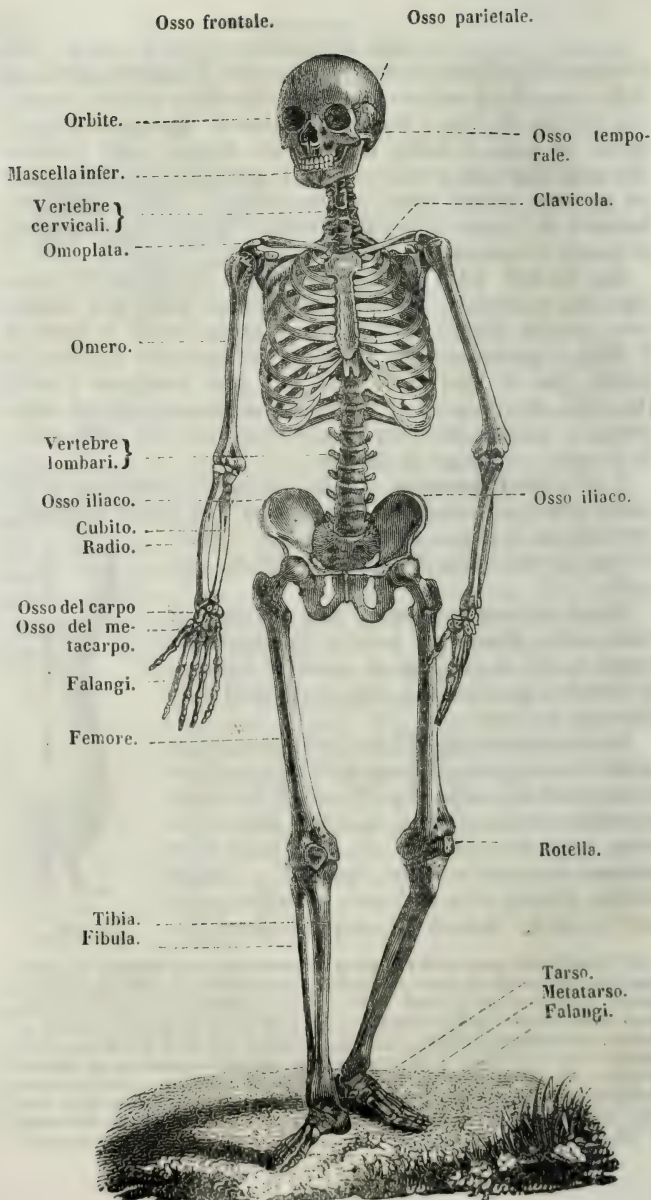



Fig. 77. *Scheletro dell' uomo.*

cinque appartengono alla regione del sacro (*s*): e quattro a quella del coccige (*co*). Inoltre disegna alcune inflessioni, e va sempre più ingrossando dall' estremità anteriore, o superiore, al principio del sacro. Le vertebre degli animali neonati sono tutte distinte le une dalle altre, annettendosi per semplici articolazioni; ma le cinque appartenenti al gruppo sacrale presto si saldano in un osso unico, detto l'*osso sacro* (*s*).

Ciascheduna vertebra è essenzialmente attraversata da un foro (fig. 79), che imbocca il foro aperto nelle vertebre prossime; sì che tutte assieme costituiscono un canale, il quale decorrendo dal cranio all'estremità del corpo, contiene il midollo spinale così come lo abbiamo già avvertito; quelle del cocige dell' uomo mancano però di quel condotto, e, ridotte ad uno stato rudimentale, non sono che noccioletti solidi. Il canale midollare comunica all' esterno, per quanta è la sua lunghezza, mediante una doppia serie laterale di fori, detti *fori conjugati*, perchè risultanti dall' unione di due escavazioni, così scolpite ne' lembi superiore ed inferiore di ciascuna vertebra che quelle dell' una corrispondono a quelle dell' altra che gli si connette. Si è già detto che per queste aperture passano i diversi nervi, i quali, nascendo dal midollo spinale, spargonsi poi nelle diverse regioni dell' organismo.

Fig. 79.

In ciascuna vertebra si distinguono il corpo e le varie apofisi. Il *corpo della vertebra* (fig. 79, *a*) è un grosso disco, posto davanti al canal vertebrale (o sott' esso se la colonna è in posizione orizzontale, come avviene nel maggior numero degli animali), e che vale a rendere più solida l' articolazione di questo apparato. Le due superficie di essi dischi sono pressochè parallele, e ciascuna si connette alla superficie corrispondente della vertebra vicina mediante un denso strato fibro-cartilagineo, che, aderendo ad ambedue quei piani articolari per quanto sono larghi, non lascia muovere quelle ossa se non per quel tanto di spazio che può accordarsi coll' elasticità del suo tessuto. Inoltre l'articolazione delle vertebre è rinvigorita da quattro brevi apofisi poste ai lati del canal vertebrale, le quali entrano tra quelle delle vertebre vicine. Infine dietro questo canale sporge una quinta apofisi, detta *spinosa* (*b*),

che limitando la flessione della colonna all'indietro, serve allo stesso oficio delle precedenti; ed alcuni fasci di fibre ligamentose, decorrenti dall'una vertebra all'altra, aggiungono nuove solidità a quel sistema di fasciature.

Se per queste condizioni l'articolazione delle vertebre riesce solidissima, avviene d'altra parte che ognuna di esse in generale non può muoversi che per pochissimo; ma dalla somma di quei movimenti parziali la colonna vertebrale riceve una bastevole flessibilità senza scapito di robustezza. Del resto questa flessibilità varia nelle diverse regioni del tronco; poca nel dorso è quasi nulla, nei lombi è già evidente, e notevole nel collo; il che dipende da ciò che in queste ultime regioni lo strato fibro-cartilagineo è più abbondante che nella prima, e le apofisi spinose, distando maggiormente le une dalle altre, permettono alla colonna una forte inflessione prima che vengano a toccarsi.

Il peso del corpo tende continuamente a piegare all'innanzi la colonna vertebrale; quindi, per resistere a quella flessione e raddrizzare la spina dorsale, trovansi, lungo la di lei regione posteriore, dei muscoli potentissimi, disposti in modo da essere tirati perpendicolarmente da un braccio di leva molto lungo. Infatti s'innestano quasi tutti all'estremità delle apofisi spinose, che s'alzano come una cresta lunghesso l'intera colonna vertebrale; altri invece si saldano ad altre due apofisi (*c*, fig. 79) esse pure molto sporgenti, le quali, avuto riguardo alla loro direzione, si dissero le *apofisi* od i *processi trasversi*.

Non dimenticheremo di osservare come in quelle regioni nelle quali questi muscoli devono essere più energici, così per esempio ai lombi, le apofisi, essendo più lunghe, formano una leva più potente di quella che esiste dove una pari energia non è necessaria, come sarebbe nel collo. Più innanzi ci occorrerà di notare che le apofisi dorsali delle specie, la testa delle quali è greve, e posta in cima ad un collo lungo ed orizzontale, sono sviluppatissime, dovendo servire di appoggio ai legamenti ed ai muscoli destinati a sorreggere quei membri, ed a raddrizzare il collo (Vedi fig. 80).

Invece per piegare la colonna all'innanzi abbisogna pochissima o nessuna forza; quindi i muscoli che servono a questo ufizio, e che nei vertebrati giacciono nella regione anteriore del corpo, sono gracili e pochi.

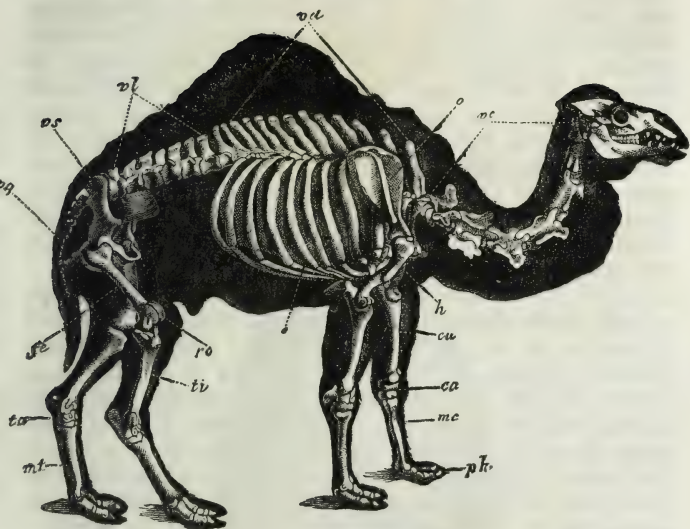



Fig. 80. *Scheletro di un cammello* (1).

La prima vertebra cervicale, che dicesi l'*atlante*, ed è molto più mobile delle altre, ha la forma di un semplice anello, il quale gira su una maniera di perno, fornito da un apofisi sporgente dalla seconda vertebra, perciò denominata l'*asse*. Quasi tutti i movimenti rotatorj della testa si eseguiscono mediante questa articolazione. I legamenti di queste due prime vertebre sono molto deboli a fronte di quelli delle susseguenti; quindi bastano bensì a tenerle unite quando il corpo si trova nella sua posizione normale, cioè quando la testa gravitando sull' atlante tende piuttosto ad aderirvi che a separarsi da esso; ma quando invece, come accade negli

(1) Scheletro di un cammello, tracciato su un fondo nero, che disegna i contorni dell' animale; — *v c*, vertebre cervicali; — *v d*, vertebre dorsali; — *v l*, vertebre lombari; — *v s*, vertebre del sacro; — *v q*, vertebre della coda; — *c*, costole; — *o*, omoplata; — *h*, omero; — *c u*, cubito; — *ca*, carpo; — *m c*, metacarpo; — *p h*, falangi; — *f e*, femore; — *r o*, rotella; — *t i*, tibia; — *t a*, tarso; — *m t*, metatarso.

appiccati, il corpo sta sospeso per la testa, allora quelle due vertebre facilmente si staccano; per la quale lussazione comprimendosi il midollo spinale, precisamente là dove hanno origine i principali nervi dell'apparato di respirazione, ne consegue la morte quasi immediata. L'uso che ha il carnefice di montar coi piedi sulle spalle delle persone condannate alla forca, tosto appena che le lanciò dalla scala, è diretto a slogare più prestamente il collo del paziente, onde abbreviarne le angosce; per le stesse cagioni la gioja delle famiglie venne talvolta subitamente funestata dalla morte repentina di fanciulletti che da qualcuno, con improvido scherzo, venivano sollevati pel capo con ambe le mani.

§ 272. Le vertebre cervicali s' articolano soltanto fra loro o colla prima dorsale; invece cadauna delle dodici dorsali si annette ad un pajo di archetti lunghi e piatti, che, abbracciando il tronco, formano una maniera di gabbia ossea, dentro la quale stanno il fegato ed i polmoni. Questi archetti, ossia le *costole* (fig. 77 e 81), sono perciò in numero di dodici per lato; col capo posteriore s'articolano col corpo della vertebra corrispondente e con una delle apofisi transversali, coll'altro prolungansi in un fusto cartilagineo, che in alcuni animali, quali sarebbero gli uccelli, è sempre osseo; nel qual caso prendono il nome di *coste sternali*. Le cartilagini dei primi sette paja di coste, dette le *coste vere*, si innestano nello sterno (fig. 81), osso impari, posto nella linea mediana anteriore del corpo, e che compie le pareti della cavità toracica; invece gli ultimi cinque paja non toccano lo sterno, ma si uniscono alle cartilagini delle coste precedenti; perciò vengono dette *le coste false*.

§ 273. **Membri**. — All' indicata impalcatura si attaccano i MEMBRI SUPERIORI; in ciascuno dei quali distinguonsi la *regione basilare*, che può aversi come una maniera di zoccolo, ed un'altra essenzialmente mobile, la quale inserendosi su quella vi trova il punto d'appoggio.

La regione basilare si compone di due ossa, l'omoplata o paletta, e la clavicola.

L'*omoplata* è un grand'osso piatto, triangolare, che distendendosi nella regione superiore ed esterna del dorso, presenta in alto ed al di fuori una nicchia articolare, piuttosto larga ma poco profonda (la fossa glenoidale dell'omoplata), nella quale entra l'osso del braccio. Dal suo

lembo superiore sporge un' apofisi detta *coracoide*, e sulla superficie esterna gli corre una cresta molto spiccata, che termina formando sopra l' articolazione della spalla l' apofisi *acromion*. In punta a quest' ultima si articola la *clavicola* (fig. 77 e 81), che è un osso sottile e cilindrico, posto in

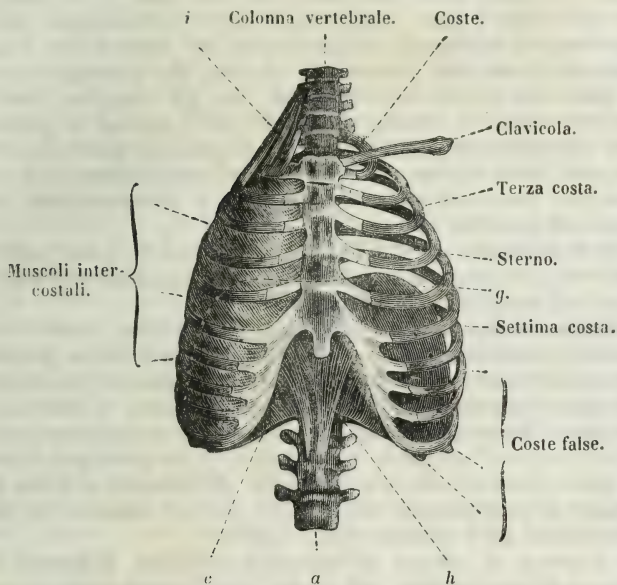



Fig. 81. *Torace dell' uomo* (1).

traverso nella parte superiore del petto; appuntellato dallo sterno all' omoplata serve principalmente a tener distanti le spalle; e siccome spesso nelle cadute sul fianco avviene che la spalla è spinta con violenza verso il petto, facilmente si rompe. Gli animali i quali, come gli uccelli quando volano, devono trarre con energia le braccia verso il petto, hanno

(1) Vedi la spiegazione di questa figura al § 138.

le clavicole molto robuste; i quali organi invece mancano nelle specie i membri delle quali muovonsi soltanto longitudinalmente, come i cavalli.

L'omoplata è legato alle costole per mezzo di moltissimi muscoli, tra i quali primeggiano il *dentato maggiore*, che dalla parte anteriore del torace si stende al margine posteriore di quest'osso, interponendosi tra esso e le coste. Se nell'uomo è poco sviluppato, è invece robustissimo nei quadrupedi, nei quali, congiungendosi ai muscoli del lato opposto forma una maniera di *cinghia*, che sorregge tutto il peso dal tronco, ed impedisce che gli omóplata stracorrino verso la colonna vertebrale; oficio analogo a quello che adempie nell'uomo il muscolo *trapezio*, il quale, estendendosi dalla regione cervicale della colonna vertebrale all'omoplata, serve ad alzare le spalle ed a sostenere tutto il peso del membro toracico.

§ 274. Quella parte del membro toracico la quale costituisce la leva poggiante sull'omoplata, si compone del braccio, dell'antibraccio e della mano.

Il braccio ha un osso solo, lungo e cilindrico, detto l'*omero*, l'estremità superiore del quale, che è molto grossa e rotonda, entra nella fossa glenoide dell'omoplata in modo da girare per ogni verso; i muscoli destinati a muovere l'omero, partendo dal suo terzo superiore s'attaccano coll'altro capo all'omoplata ed al torace. I tre principali sono il *gran pettorale*, che trae il braccio all'indentro e verso il basso; il *gran dorsale*, che lo dirige pure all'imbasso ma all'indietro; ed il *deltoide* che lo solleva.

L'omero si allarga all'estremità inferiore, e prende le forme di un incastro, nel quale gira l'avanbraccio come lo farebbe su una mastiettatura.

§ 275. Nell'avanbraccio invece si trovano due ossa lunghe e parallele, delle quali l'interno dicesi *cubito*, e *radio* o raggio od ulna l'esterno. Quantunque l'uno sia legato all'altro mediante parecchi legamenti, anzi più, quantunque esista un tramezzo aponeuretico disteso da questo a quello per tutta quanta la loro lunghezza, pure esse sono mobili, ed il radio, in fondo al quale è attaccata la mano, gira sul cubito che gli serve di sostegno. Riflettendo agli ufici diversi a cui sono destinate, ponno facilmente prevedersi le differenze precipue della loro forma generale. Così affinchè il *cubito* si articoli solidamente coll'omero, dovrà avere all'estremità

superiore una certa grossezza, onde porgere una congrua superficie, mentre al capo opposto, là dove serve di perno al radio, è necessario che sia sottile e rotondo. Il *radio* invece per le stesse ragioni sarà tenue superiormente, e molto largo all'inbasso, dove si attacca la mano. Ciò può infatti vedersi, come può anche vedersi che queste due ossa non si toccano se non alle estremità, altra condizione che agevola i moti rotatorii del radio sul cubito.

Il cubito, che trae seco il radio, non può muoversi sull'omero se non in una sola direzione, cioè non può che piegarsi o distendersi, e distendendosi non può oltrepassare i confini di una linea retta, perchè dietro la sua superficie articolare sporge l'apofisi detta *olecrano* (od anche da alcuni anatomici processo anconeo), la quale facendo puntello all'omero quando il braccio è disteso, oppone un ostacolo insuperabile a qualsiasi ulteriore piegatura. I muscoli estensori ed i flettori dell'antibraccio decorrendo dalla spalla, o dalla regione superiore dell'omero, alla regione superiore del cubito, favoriscono la rapidità, non l'energia, dei movimenti; giacchè il braccio di leva della potenza, rappresentato dallo spazio frapposto tra l'articolazione del gomito e la loro inserzione, è cortissimo, mentre invece il braccio di leva della resistenza è lungo quanta è la lunghezza dello stesso membro, misurando dall'articolazione all'estremità della mano.

I moti rotatorii del radio e della mano intorno al cubito procedono dai muscoli dell'avanbraccio, i quali distendonsi obliquamente dall'estremità dell'omero, o del cubito, all'una od all'altra di quelle parti.

§ 276. La mano si divide in tre regioni, del carpo, del metacarpo e delle dita.

Il carpo, o pugno, è composto da due ordini di ossa corte unite intimamente; quantunque formino un tutto, pure per quella poca mobilità che rimane a ciascuna di esse, il carpo risulta capace di qualche inflessione, senza perdere della dovuta solidità. Queste osse sono otto; nella prima schiera stanno la *scafoide*, il *semilunare*, il *piramidale* ed il *pisiforme;* nella seconda il *trapezio*, il *trapezioide*, il *capitello*, detto anche *grand'osso*, e l'*uncinato*. Qui deve notarsi che questi diversi ossi sono congegnati in modo da proteggere i vasi ed i nervi che dall'avanbraccio portansi alla

mano, formando a quest'uopo, coi legamenti, un canale dentro il quale decorrono quegli organi, e che può reggere a gravissime pressioni senza schiacciarsi o deprimersi.

Il *metacarpo* si compone di una schiera di ossicini lunghi, anch'essi paralleli, e corrispondenti al numero delle dita, le quali si articolano in testa a cadauno di essi. Quattro sono saldati tra loro ad ambo i capi, quindi non hanno che pochissima mobilità; invece il quinto, che sostiene il pollice, anteriormente è affatto libero, e può muoversi a tutto agio sul carpo.

Infine ognuno delle dita formasi di una serie di piccole ossa lunghe, unite capo a capo, e che si dicono le *falangi.* Nel pollice se ne contano due solamente, e tre in tutte le altre. L'ultima falange, detta anche falangetta, porta l'unghia. Le dita sono tutte mobilissime, e ciascuno può agire indipendentemente dalle altre; i loro muscoli flettori ed estensori compongono la maggior parte del corpo carnoso dell'antibraccio, e terminano in tendini lunghissimi e sottili, alcuni dei quali saldansi alle prime falangi, altri alle falangette.

§ 277. Riflettendo sul complesso dei membri toracici si nota che le diverse leve che gli compongono, unendosi capo a capo, sono progressivamente sempre più brevi. Il braccio è più lungo dell'avanbraccio, quest'ultimo molto minore del pugno, e ciascuna falange è più corta dell'altra che la precede; è facile render ragione dei vantaggi di questa architettura. Le articolazioni numerose ed avvicinate esistenti verso l'estremità del membro ci permettono di variarne le forme e di adattarla ai corpi che vogliamo maneggiare, mentre le lunghe leve del braccio e dell'avanbraccio giovano a portare rapidamente la mano a grandi distanze. I movimenti dell'omero sull'omoplata servono principalmente a determinare la direzione generale del membro, e l'articolazione del gomito ad allungarlo od a raccorciarlo.

§ 278. La struttura dei MEMBRI INFERIORI è molto analoga a quella dei membri del torace, non differendone se non per quelle condizioni che ponno renderli più solidi, sempre però a scapito di agilità, venendo così mutati da organi di prensione in organi di locomozione. Essi infatti compongonsi di una regione basilare, che rappresenta la spalla e si dice l'*anca*, e di una leva articolata, costi-

tuita da tre parti principali, la coscia, la gamba ed il piede, corrispondenti al braccio, all'avanbraccio ed alla mano.

§ 279. L'anca, o regione basilare del membro addominale, è formata da un grand' osso piatto detto l'osso iliaco (dal latino *ilia*, *fianco*, od il *cosciale* da *coxa* che in greco significa *anca*), e che alla sua volta si suddivide in tre pezzi principali; i quali se negli adulti sono saldati, nei giovani trovansi sempre divisi, e ponno aversi come corrispondenti al corpo dell'omoplata, all'apofisi coracoide di quello stesso osso, ed alla clavicola. Le ossa iliache mancano di un sostegno analogo a quello che forniscono alla spalla le coste e lo sterno, eppure devono unirsi solidamente al tronco per sostenere il peso del corpo, quindi si articolano all'indietro colla regione *sacra* della colonna vertebrale, ed anteriormente, saldate l'una coll'altra, formano l'arco del *pube*. Così compongono una larga cintura immobile, la quale chiude inferiormente l'addome, e che vien detta il *catino* o *bacino*, perchè ha il margine superiore molto più largo dell'inferiore (fig. 77, § 271).

Il fondo di questa maniera di anello è chiuso dai muscoli. Sulla parte laterale esterna di ciascun osso iliaco si nota una escavazione articolare quasi emisferica, che ricetta la testa dell'osso della coscia. Infine sul bacino si inseriscono quasi tutti i muscoli che servono a muovere la coscia e la gamba, come pure gli altri che precludono la cavità addominale; i quali sappiamo già che si estendono da questa regione al torace.

§ 280. La coscia si compone, come il braccio, di un unico osso, il *femore* (fig. 77 § 271). Questo rientrando in alto forma un gomito, ed ha la testa, che è di forma rotonda, separata dal corpo dell'osso per una strangolatura, detta il *collo del femore*, alla base della quale strangolatura, e precisamente dove si congiunge al corpo dell'osso, stanno de' grossi bitorzoli, sensibili a fior di pelle, su cui s'innestano i principali muscoli motori della coscia. Per ultimo è gonfio nella sua parte inferiore, dove porta due condili compressi ai lati e rotondi dall'avanti all'indietro, i quali scivolando sulla superficie articolare dell'osso principale della gamba, gli concedono soltanto di piegarsi all'indietro o di drizzarsi;

diversamente del femore, che si articola nel bacino in modo da girare in qualsiasi direzione.

§ 281. La gamba messa a paragone coll'avanbraccio offre maggiori differenze; oltre il *peroneo* e la *tibia*, che costituiscono questa regione del membro inferiore, come il cubito ed il radio formano l'antibraccio, esiste innanzi al ginocchio un terzo osso, detto la *rotella*, il quale può aversi come analogo all' apofisi olecrane del cubito, e serve principalmente a tener lontani dal ginocchio i tendini dei muscoli estensori della gamba, per la quale maggiore obliquità d'inserzione sulla tibia agiscono più energicamente (vedi § 266) (1). Siccome il piede non deve rotare come la mano, ed ha bisogno di una articolazione più solida onde sostenere tutto il peso del corpo, così le due ossa della gamba non girano l'una sull'altra, e la tibia, che all'uno dei capi si articola col femore, coll'altro si unisce essa stessa al piede.

Quindi il peroneo, giacente nella parte esterna della tibia, è gracile e, per così dire, serve soltanto a contenere il piede nella sua direzione naturale, impedendo che si storca all' indentro. Coll'estremità superiore poggia contro la testa della tibia; sporgendo col capo opposto forma il matteolo esterno.

§ 282. Il piede offre anch' esso tre parti come la mano, le quali sono il tarso, il metatarso e le dita.

Il tarso ha sette ossa, ma s'articola colla gamba pel solo *astragalo*, il quale protende fra tutte, e termina in una maniera di carrucola che entra nell' incastro formato dalla superficie articolare della tibia e dei due malleoli. L'astragalo poggia sul *calcagno*, che prolungandosi molto all' indietro forma il tallone. Infine un terzo osso, lo *scafoide*, compie la prima schiera delle ossa del tarso, e nella seconda si

(1) Giovano allo stesso intento, quantunque con minore efficacia, vista la loro minutezza, alcuni ossicini irregolari, arrotondati, posti in taluna delle articolazioni delle dita delle mani e dei piedi, e che diconsi le ossa *sesamoidee*. Esse variano in quanto al numero anche negli stessi individui umani; pare che sieno prodotte dalle reazioni dell' organismo contro la forza che tende a distruggere le parti fibrose dentro le quali sono contenute; quindi si distinguono essenzialmente dal rotolo, perchè quest' ultimo comincia formarsi fin da quando il feto vive nell' utero, e perciò prima che il tendine dei muscoli estensori della gamba abbia esercitata nessuna confricazione contro il femore.

(*Nota dell' edizione italiana*).

enumerano, come nella mano, quattro ossicini, a tre dei quali venne dato il nome di ossa *cuneiformi*, ed al quarto, posto internamente, l'altro di osso *cuboide* (1).

Le cinque ossa del metatarso somigliano a quelle del metacarpo, solo che sono più robuste e meno mobili, l' interno principalmente che è disposto come gli altri quattro. Lo stesso si nota nelle falangi, anch'esse più corte e meno mobili di quelle delle mani. Il pollice del piede non si stacca dalle altre dita come il suo analogo de' membri superiori, e non può venirvi opposto.

Le ossa del tarso e del metatarso formano, dal lato interno del piede, un archetto, sotto al quale riparano i nervi ed i vasi decorrenti dalla gamba alle dita. In difetto di questa architettura, quando cioè la pianta dei piedi è piatta, succede talvolta che quei nervi vengano compressi, e non si possa camminare a lungo senza dolore; del resto il piede poggiando in tutta la sua larghezza sul terreno fornisce una base di sostegno estesa e solida; esso non può muoversi sulla gamba se non nella direzione longitudinale, ed i muscoli inservienti a quest'uopo circondano la tibia ed il peroneo. I muscoli estensori del piede, che sporgono ne' polpacci, si saldano al calcagno per un grosso tendine, ch' è detto il *tendine d'Achille*, e sono disposti in modo molto adatto al loro ufizio perchè s'inseriscono quasi ad angolo retto, e più lontani dal punto d'appoggio di quello lo sia la resistenza che hanno a vincere quando il piede solleva il corpo che gravita sull' astragalo.

DELL'ATTEGGIARSI DEGLI ANIMALI E DELLA LORO LOCOMOZIONE.

§ 283. Tutti i mammiferi, gli uccelli, i rettili ed i pesci hanno uno scheletro più o meno somigliante a quello dell' uomo, composto presso a poco delle stesse ossa (fig. 80), e mosso da' muscoli decorrenti tra questa impalcatura solida, e gli involucri esterni. Lo scheletro disegna la forma

(1) Il malleolo interno, come si è detto or ora, è un' apofisi della tibia, l'esterno formasi dal peroneo.

generale dei loro corpi, e le pose nelle quali si atteggiano, riposando, o movendosi, dipendono dai modi coi quali i muscoli agiscono e si saldano alle diverse sue parti.

§ 284. **Della stazione.** — Pochissimi animali poggiano abitualmente sul suolo in tutta la lunghezza del loro corpo alla maniera dei serpenti, e si muovono facendo ondeggiare il tronco; più spesso si reggono sulle membra, e dicesi *stazione*, quella posa mediante la quale un individuo si tiene dritto sulle gambe.

Onde i membri stieno saldi e sorreggano il corpo è necessario che i loro muscoli estensori durino contratti, che se quegli organi si piegassero farebbero cadere l' animale. Ricordando poi ciò che si disse altrove, cioè che i muscoli si affaticano tanto più presto, quanta è maggiore la durata delle loro contrazioni, si vedrà perchè quasi tutte le specie si stancano più presto quando stanno che non quando camminano; essendochè in quest' ultima condizione si alterna il giuoco dei muscoli estensori e flettori.

§ 285. Ma ciò non basta alla stazione, ed onde il corpo resti dritto sulle membra bisogna che vi si trovi in equilibro.

L' equilibro non ha luogo soltanto allorchè un corpo pesante poggia col piano più largo su un oggetto resistente, ma anche quando è disposto in maniera che a quella sua parte che si abbasserebbe verso terra trovasi contrapposta altra parte, egualmente greve, la quale si alzerebbe di altrettanto; allora l' una bilancia l' altra, e dicesi *centro di gravità* il punto intorno a cui avviene il compenso: sorretto il quale il corpo sta immobile. Ora per reggere il centro di gravità basta che la *base di sostegno*, cioè lo spazio del piano resistente che è coperto dalla massa, o compreso tra i suoi punti d' appoggio, sottostia verticalmente a quel centro.

Perchè dunque il corpo di un animale resti in bilico sulle zampe, è d' uopo che la verticale calata dal suo centro di gravità cada dentro lo spazio interposto tra i piedi o coperto da essi; e l' equilibro sarà tanto più stabile quanto sarà più larga la base di sostegno, in confronto all' altezza nella quale si trova il centro di gravità, giacchè allora questo potrà spostarsi senza che la linea di gravità esca dai confini di quella base. Lo stesso avviene di tutti i

corpi pesanti; così il tavolo *a*, della fig. 82, dovrà cadere perchè la verticale (*e*), calata dal suo centro di gravità (*c*), esce dai confini della base di sostegno (*d*), cioè dallo spazio occupato dal piede; mentre l'altro tavolo *b*, reggerà in piedi, quantunque inclinato come l' antecedente, avendo una base di sostegno larga a sufficienza per non essere oltrepassata dalla linea di gravitazione. Inoltre si avverta che un animale si manterrà tanto più difficilmente equilibrato quanto sarà più energica l'azione muscolare richiesta all'uopo, perchè allora presto si stanca.

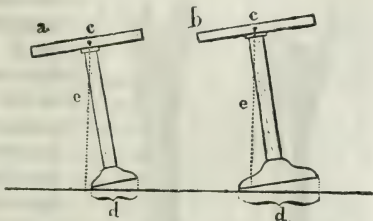



Fig. 82.

Dal fin qui detto è facile il prevedere che la stazione di un individuo riesce più solida e meno faticosa quando sta contemporaneamente su quattro piedi di quando poggia soltanto su due; e che lo stesso animale si equilibra meglio allorchè si vale di due piedi di quando ve ne impiega uno solo; diminuendosi sempre più in questi casi l'estensione della base. Quando l'individuo sta su quattro piedi lo spazio compreso tra essi è sempre notevole, ed allora poco importa che la loro superficie sia molta o scarsa; anzi, siccome se fossero molto larghi crescerebbero di peso senza guadagnare in solidità, così i membri di quasi tutti i quadrupedi sono poco larghi dove toccano terra, e le dita dei loro piedi si assottigliano sempre più, senza che perciò riescano meno adatti alla locomozione; come ci forniscono esempi il piede del cervo e del cavallo (fig. 83 e 84). Quando invece un animale posa soltanto su due piedi, per quanto quella base di sostegno sia larga non potrà essere solida che dall'avanti all'indietro, come avviene nell'uomo (fig. 77), cioè nella direzione della lunghezza di quegli organi. Perchè poi possa reggersi facilmente su una gamba sola, in quel modo che vediamo farsi da alcuni uccelli, è necessario che la natura l'abbia fornito di un piede molto lungo e molto largo (fig. 90), così architettato che possa mettersi verticalmente sotto al centro di gravità,

ed abbia i muscoli disposti in modo da rendere quel membro rigido ed immobile. L'uomo può prendere questo atteggiamento, perciocchè avendo il centro di gravità verso il mezzo del bacino, appena si curva da un lato, quando si trova in posizione verticale, fa coincidere la linea di sua gravità colla pianta del piede opposto; invece è impossibile a quasi tutti i quadrupedi il prendere quella posizione.

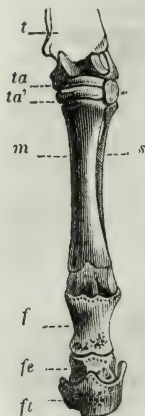
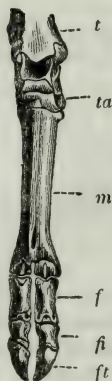



Fig. 83 (1). Fig. 84.

Anzi il maggior numero di essi non può nemmeno alzarsi sulle zampe posteriori, stante la direzione che hanno quei loro membri relativamente al tronco; e quando pure talvolta vi riescano, è poi loro impossibile il mantenervisi equilibrati, e per la troppa angustia della base di sostegno, e perchè portano troppo alto (cioè nel petto) il centro di gravità, condizioni per le quali i muscoli messi in giuoco da quella positura devono contrarsi così violentemente che presto abbisognano di riposo. Invece la posizione verticale è più o meno facile all'uomo ed a quei pochi mammiferi, che hanno i membri architettati in siffatta guisa che facilmente vengono a porsi sotto la direzione dell'asse del corpo, il centro di gravità molto più basso, e più larga la base di sostegno conseguente dalla larghezza dei piedi. Nell'uomo poi questa positura è agevolata dalla larghezza del bacino, dalla forma dei piedi e da altre condizioni organiche ad esso speciali.

§ 286. Nella stazione verticale, i muscoli della regione posteriore del corpo si contraggono per tenere in bilico

(1) Fig. 83, gamba posteriore del cavallo; e fig. 84, gamba del cervo: — *t*, tibia; — *ta*, prima schiera delle ossa del tarso; — *ta'*, seconda schiera delle stesse ossa; — *m*, metatarso o *stinco;* — *s*, stilo, formato da un rudimento del dito laterale; — *f*, falange; — *fi*, falangine; — *ft*, falangette incluse nello zoccolo.

la testa sulla colonna vertebrale, e si contraggono pure gli estensori della colonna onde essa non ceda alla gravezza dei membri toracici e dei visceri del tronco, che la tirano a curvarsi anteriormente. Così tutto il peso del corpo e della colonna vertebrale è trasmesso al bacino, e dal bacino al femore. Le ossa di questa regione abbandonate a sè stesse si piegherebbero sul bacino, e il tronco cadrebbe all'innanzi, se non vi provvedessero i muscoli estensori del femore. Quelli della gamba ostano contemporaneamente a che si pieghi il ginocchio, ed infine quelli del piede tengono verticale la gamba; cosicchè il peso del corpo dalla coscia è trasmesso alla gamba, dalla gamba al piede, e da quest'ultimo al terreno.

§ 287. Sedendo si affatica meno di quando si sta in piedi, perchè in quella positura il peso del corpo viene portato direttamente dal bacino alla base di sostegno. Quindi allora per mantenere l'equilibrio non è necessario di contrarre i muscoli estensori dei membri addominali. Infine il peso di ogni parte mobile di un uomo sdrajato sul dorso o sul ventre, essendo direttamente trasmesso al suolo, chi giace a quel modo non ha bisogno di contrarre nessun muscolo.

§ 288. **Dell' andatura** — I movimenti progressivi, mediante i quali un uomo, od un animale, vanno da un luogo all'altro, esigono che venga impresso al centro di gravità dei loro corpi una velocità determinata verso una certa direzione. Questo impulso è prodotto dall'aprirsi che fanno talune delle articolazioni abitualmente più o meno piegate, ed architettate in modo che ponno agire liberamente verso il centro di gravità, ma non dal lato opposto. Quindi tutti, od almeno il maggior numero dei movimenti, hanno luogo nella prima di quelle direzioni. In tali circostanze si ripete esattamente ciò che avviene in un par di molle, il quale sia lasciato sciolto dopo che fu compresso, e che se ne appoggiò uno dei capi ad un ostacolo resistente. Quell'ordigno, per la naturale sua elasticità, tenderebbe ad allontanare, con forza pari, l'uno dall'altro i suoi due capi sino a che abbiano ripresa la primiera distanza; ma siccome il capo che si appoggia all'ostacolo non può respingerlo, lo scatto ha luogo in senso contrario, ed il centro di gravità delle molle se ne allontana più o meno velocemente. I muscoli flettori dell'organo di ogni e qualsiasi movimento ani-

male rappresentano la forza che comprime le molle, gli estensori l'elasticità che tende a drizzarle, e la resistenza del suolo o del fluido, sul quale o dentro il quale si muove l'individuo, è l'ostacolo che impedisce lo spostamento di una delle estremità.

Quindi, allorchè camminiamo l'uno dei nostri piedi è portato innanzi, mentre l'altro si stende sotto la gamba; e siccome questo poggia sul terreno solido, allungandosi sposta il bacino, e projetta il corpo; contemporaneamente il bacino gira un po' sul femore, dal lato opposto a quello su cui vi si appoggia, e la gamba che prima era rimasta indietro si piega, oltrepassa l'altra, poi si distende e serve la sua volta a sostenere il corpo, mentre l'altro membro stendendosi impelle una nuova spinta al centro di gravità. Per questi movimenti alterni di estensione e di flessione le gambe sorreggono il corpo l'una dopo l'altra, come quando sta su un piede solo, ed ogni volta il centro di gravità è spinto all'innanzi. Inoltre si vede come così facendo il corpo piega a vicenda ora a dritta, ora a mancina, per gravitare più direttamente su ciascuna delle sue basi di sostegno; il quale spostamento sarà tanto maggiore quanto più il bacino sarà largo, perchè allora i membri che alternativamente hanno a reggere il tronco, trovansi più lontani l'uno dall'altro.

§ 289. La locomozione ha luogo in tutti gli animali superiori, per mezzo delle membra; ma la natura di que' movimenti varia secondo le specie, quindi variano analogamente anche questi stromenti, perchè, come lo si avvertiva, le funzioni di un apparato concordano sempre colla sua architettura.

Lo studio del modo pel quale la natura adatta gli stessi organi ad ufizj svariati e corrispondenti ai diversi bisogni delle specie è parte principalissima della Zoologia, perchè ci mostra come essa giunge ai risultamenti più diversi senza dipartirsi dal piano prestabilito alla generale architettura degli animali di una medesima famiglia, e solo mutando leggermente la forma o le misure di qualcuno degli stromenti che costituiscono il corpo di questi esseri. A chiarire questa verità ponno servirci d'esempio gli organi di locomozione dei mammiferi. Quantunque alcune specie comprese in questa classe debbano muoversi soltanto nell'acqua, altre nuotare e camminare vicendevolmente, quan-

tunque ve ne sieno di quelle che sono foggiate per correre, o per volare nell'aria; e infine v'abbiano certi mammiferi i membri anteriori dei quali sono costrutti in modo che servono ad essi per prendere gli oggetti e per palparli, pure tutti i diversi stromenti di queste moltiplici funzioni sono architettati sullo stesso piano. Nella natatoja di una foca (fig. 86), nell'ala di un pipistrello (fig. 89), nella zampa di uno scojattolo e di una talpa, si trovano le stesse ossa che s'incontrano nel braccio umano (fig. 77).

§ 290. Quando i membri di un quadrupede servono soltanto alla locomozione, foggiansi, diremmo, come una colonna a base poco larga. Si ebbe già luogo a riflettere che se avessero delle dita lunghe e flessibili, queste nuocerebbero alla solidità, anzi più accrescerebbero a tutta perdita il peso di quel membro; quindi i mammiferi meglio corritori, come il cavallo, il cervo ed il cammello (fig. 80,) hanno i piedi gracili e poco fessi, od anche interi all'estremità; il numero delle loro dita è ridotto al minimo; talvolta non ve se ne conta che uno (fig. 83); altrevolte due, o soli o riuniti alle vestigia di un terzo o tutt'al più all'appendice rudimentale di un quarto; e quelle divisioni terminali sono poi sempre cortissime e poco mobili.

Da quanto dicevasi sull'influenza che hanno le leve nella velocità dei movimenti (§ 267), può indursi che gli animali più rapidi alla corsa devono necessariamente avere le gambe lunghissime: perchè, rimanendo sempre eguale la velocità con cui si contraggono i muscoli estensori delle zampe, lo spostamento dell'estremità libera di questi organi sarà tanto più veloce quanto più si trova lontana dal punto d'inserzione di quei muscoli motori, e dal punto d'articolazione della leva col corpo. Quindi basta che la natura abbia dati ad un animale dei membri corti, oppure delle lunghissime zampe e dei muscoli corrispondenti alla forza che devono produrre, perchè questi riesca lento od agilissimo.

§ 291. **Del salto.** — Nell'animale che *cammina*, mentre il centro di gravità viene spinto innanzi da una parte dell'apparato locomotore, il corpo gravita su un'altra parte dello stesso apparato, quindi esso tocca sempre il terreno. Invece nel *salto*, le cose avvengono diversamente; il corpo abbandona il suolo per un momento, e si slancia in aria per ricadere più o meno lontano. Questo movimento pro-

ducesi dal subito scattare di diverse articolazioni di alcuni membri, già prima molto piegate; e perchè il corpo possa venir lanciato robustamente a quel modo, bisogna che quelle molle, rappresentate dai membri, sieno lunghissime, onde, all'atto che si distendono, possano più facilmente imprimere una grande velocità ai corpi che devono lanciare quasi projettili. Il più spesso i mammiferi giovansi a quest'uopo delle zampe posteriori, e colle superiori sorreggono il peso del corpo, e lo tengono equilibrato; quindi allorchè saltano, fanno giocare quei primi membri, i quali, nella specie fornite per eccellenza di quell'attitudine, sono robusti e contemporaneamente lunghi e flessibili; siccome poi se i membri anteriori fossero egualmente sviluppati, tornerebbero con inutile peso piuttosto d'impaccio che vantaggiosi, così negli animali che progrediscono a grandi slanci, v'ha sempre un grande divario tra i membri posteriori e gli anteriori; gli anteriori sono corti e leggieri, i posteriori lunghissimi, atti a piegarsi di molto, ed a distendersi violentemente. Questo modo di struttura, che può già vedersi nei gatti, è notevolissimo nei dipi e nei kanguroos (fig. 85), altre specie di mammiferi, e tra i rettili nelle rane.

Fig. 85. *Scheletro di un Kanguroo.*

§ 292. **Del nuoto e del volo.** — Il *volo* ed il *nuoto* hanno molta analogia col salto, solo che si eseguiscono dentro mezzi fluidi, la resistenza dei quali tien luogo, sino a

certa misura, della resistenza, che abbiamo veduta farsi dal suolo nei fenomeni or ora descritti.

In questi casi i membri che, stendendosi innanzi poi all'indietro, devono far progredire il corpo, poggiano contro l'aria o l'acqua, e si sforzano di spostare quei fluidi più o meno velocemente; e quando la resistenza opposta dall'aria o dall'acqua ai membri che indietreggiano, supera quella che incontra in senso contrario il corpo dell'animale, allora serviranno al membro come punto d'appoggio, ed il movimento che ne consegue sarà analogo a quello che avrebbe luogo se quella maniera di molle poggiasse col capo posteriore ad un ostacolo invincibile, e scattasse con una forza eguale alla differenza esistente tra la velocità che impiega nello svolgersi. e l'altra che imprime al fluido ambiente che caccia all'indietro. Ora quanto più tenue sarà il fluido dentro cui si muove l'animale, questo gli fornirà un punto d'appoggio meno resistente, e quindi dovrà impiegare una forza tanto maggiore per vincere in rapidità lo spostamento di quel punto d'appoggio, e spingersi innanzi; per tali ragioni richiedesi pel volo una energia motrice molto maggiore di quella necessaria al nuoto, ed a circostanze nel resto pari l'una e l'altra di queste mozioni non potranno aver luogo se non col mezzo di una forza superiore a quella che basta a produrre il salto su una superficie solida. Ma per ottenere la mozione acquatica od aerea oltre la molta energia motrice si esigono altre condizioni; siccome l'animale immerso in un fluido incontra ovunque una resistenza uguale, ne avverrebbe che la velocità che acquista urtando contro il fluido che gli sta lateralmente, sarebbe presto distrutta dalla resistenza oppostagli da quella parte dello stesso che deve spostare davanti a sè, se non potesse impiccolire notevolmente la superficie degli organi locomotori tosto dopo che gli adoperò nel produrre l'urto.

Ciò avviene realmente, e perchè un qualunque organo sia adatto al volo od al nuoto deve poter mutare forme, presentando nelle due opposte direzioni, nelle quali si muove, una superficie alternativamente più larga e più angusta.

§ 293. Allorchè le zampe di un quadrupede devono servirgli e per camminare e per nuotare, la natura le accomoda a quel duplice uso architettandone le dita in modo che possano allargarsi, e contemporaneamente le collega mediante

un' espansione della pelle, la quale, quando sono divaricate, offre una larga superficie atta a fungere nell'acqua gli ufici di un remo. Anche le zampe degli uccelli acquatici differiscono da quelle della comune delle specie per queste maniere di *palmi;* i membri poi che non devono servire a camminare, ma esclusivamente al nuoto, hanno una struttura anche più diversa, perchè le parti corrispondenti al braccio ed all' antibraccio vi sono cortissime, ciò che rende più energica l'azione dei loro muscoli; l'altre che tengono il luogo della mano si allargano di molto, e le dita, inguantate solidamente in una fodero comune, formano una maniera di paletta. Talora le ossa componenti quel remo sono eguali a quelle della mano dell'uomo, benchè esternamente l'organo si disegni con tutt'altre forme, come ce ne da esempio la foca (fig. 86); altre volte, come, per esempio,

Fig. 86. *Scheletro di una Foca* (1).

nelle balene, le dita differiscono per maggior numero di falangi; infine in certe specie vengono talora supplite da moltissime verghette ossee, collegate da un legamento comune; come può vedersi nelle natatoje dei pesci.

§ 294. Gli organi inservienti alla locomozione aerea hanno molta analogia colle natatoje; quei pesci che portano i mem-

(1) Le ossa sono indicate colle stesse lettere della fig. 80.

bri superiori foggiati in guisa da servire loro tanto al moto che al volo, differiscono dalle specie comuni soltanto per la molta lunghezza delle natatoje pettorali (fig. 87).

Fig. 87. *Il pesce volante* (Dactylopterus).

Esistono infine alcuni animali che ponno sorreggersi per qualche tempo nell'aria coll'ajuto di certe vele formate dall'espandersi della loro pelle ad ambo i lati del corpo; la quale espansione viene tesa dai membri senza che perciò riescano meno adatti a servire alla marcia; ma questo apparato del volo, che può vedersi in alcuni scojattoli e nei galeopitechi, è però sempre imperfetto, e le specie veramente destinate alla locomozione aerea sono costantemente fornite di ali.

Fig. 88. *Galeopiteco.*

Le ali dei vertebrati, ossia degli animali aventi uno scheletro interno, originano dai membri del torace, modificati in modo che formano una maniera di natatoja leggierissima e molto ampia; le quali esigenze ponno essere sodisfatte senza che l'architettura dell'organo differisca di troppo da quella della zampa degli animali che camminano. Così procedendo, per fornire i pipistrelli di organi adatti ad un volo possente la natura non fece che

involgere tutti i loro membri in un largo mantello, appendice della pelle, ed allungarne le dita, in modo che, quando si allargano, distendono quella vela mobile come le verghe di un ombrello, schiudendosi, ne spiegano la seta.

Fig. 89. *Scheletro di un Pipistrello* (1).

A tutta prima parebbe che le ali degli uccelli sieno molto diverse di quelle dei pipistrelli o del braccio umano, ed in fatti la maggior parte della loro superficie è dovuta alle penne dure che le guerniscono; ma in ultima analisi l'impalcatura solida di quei membri è quasi la stessa di quella della zampa di un quadrupede, essendo sorretta da una regione basilare, analoga alla spalla, e componendosi dell'omero, del cubito, del radio e della mano (fig. 90). La quale ultima non dovendo che fornire un punto d'appoggio alle penne, è poca, e presenta i soli rudimenti di uno scarso numero di diti.

In generale le ali degli insetti sono costrutte sullo stesso piano, solo che il loro mantello cutaneo, invece di tendersi su parti analoghe alle ossa dei membri, è sorretto da nervature cornee.

(1) Le varie ossa vengono indicate colle stesse lettere, colle quali s' indicavano alla fig. 80, — *cl* la clavicola; — *po* il pollice.

Fig. 90. *Lo scheletro di un Avoltojo* (1).

§ 295. **Organi di prensione.** — Infine i membri si mutano da organi di locomozione in stromenti di prensione più o meno perfetti mediante pochi cambiamenti nella forma delle ossa o nel modo col quale si articolano; come facilmente può vedersi comparando nell' uomo i membri addominali a quelli del torace (fig. 77). Infatti la nostra mano, così mirabilmente architettata per prendere e palpare gli oggetti, differisce dal piede per ciò solo che s' attacca all' avanbraccio in modo da girare su di esso, per aver le dita più lunghe e molto più flessibili, e per quella speciale disposizione del pollice mediante la quale, opponendosi successivamente a ciascun dito, può formar con essi una maniera di molle.

I membri dei mammiferi frugivori, meglio costrutti per arrampicare sugli alberi, terminano foggiati quasi a mano;

(1) Le ossa sono indicate come nelle figure precedenti.

anzi spesso la natura munì quegli animali di un quinto stromento di prensione, cioè di una coda molto lunga, e così fatta che, attortigliandosi ai rami, vale a sostenerli sulle

Fig. 91. *Sajou a petto bianco.*

piante. Ponno aversi esempj di coda prensile, tra i mammiferi, in parecchie scimmie del nuovo continente, e tra i rettili, nel camaleonte.

DELLA VOCE.

§ 296. Le relazioni che devono esistere tra un animale e gli altri che gli stanno intorno, non hanno luogo soltanto per mezzo dei sensi e del moto, testè studiati; molti di questi esseri ponno anche produrre dei suoni, e adoperarli quali mezzi d'espressione e di communicazione.

Negli animali inferiori non si scorge nessun indizio di questa facoltà, e lo stridore monotono, che volgarmente si dice il canto degli insetti, dipende soltanto dallo strofinare che essi fanno le ali l'una contro l'altra, o con altre parti dei loro tegumenti esterni; sicchè essendo quel suono la necessaria conseguenza di certi movimenti, per esempio del volo, non lo si può annoverare tra i fenomeni d'espressione. Pare che serva soltanto ad indicare la presenza di un individuo a' suoi simili, od alle altre specie destinate a dargli la caccia. Invece nelle specie superiori la voce ha molta maggior importanza, perchè dipende interamente dalla volontà, è capace di maggiori variazioni, e producesi per un meccanismo diverso, cioè mediante l'intromettere che fanno l'aria in una parte del condotto di respirazione appositamente architettata, e costrutta in modo da porre quel fluido in vibrazione.

§ 297. La voce si forma tanto nell'uomo che negli altri mammiferi, in quella regione del condotto aereo che è detta la *laringe*, la quale giace superiormente nel collo, tra la retrobocca e la trachea (fig. 23, pag. 48); quando infatti la trachea venga forata in qualsiasi punto sottostante a quella regione, questa non può più formare delle voci, perchè allora l'aria respirata sfugge prima di giungere all'apparato vocale. Invece persiste se il foro si apre più in alto; il quale fatto venne convalidato da sperimenti instituiti su animali vivi, e da osservazioni patologiche fatte anche sull'uomo. Ciò conosciuto si può spiegare e l'afonismo di alcuni individui, nei quali l'aria emessa dai polmoni sfuggiva per l'apertura fattasi nella trachea in conseguenza di ferita o di malattia, e la facilità di restituire loro la voce mediante una fasciatura che, girando attorno al collo come una cravatta, otturi la piaga, contenga l'aria nelle sue vie ordinarie, e la costringa a passare per la laringe.

§ 298. **Della laringe.** — La laringe è un tubo largo e corto, sospeso all'osso ioide (fig. 92, *i*), il quale si prolunga inferiormente colla trachea (*tr*). Le sue pareti compongonsi di parecchie lamine cartilaginee, che dagli anatomici ebbero nome di *cartilagine tiroide* (*t*), *cartilagine cricoide* (*c*), e *cartilagini aritenoidi* (*ar*, fig. 93). Sporge anteriormente con quel risalto, che con nome volgare è detto *il pomo d'Adamo* (*a*), e la membrana mucosa che la veste internamente, si piega in due grandi falde laterali, decorrenti dal-

l'avanti all'indietro come i lembi di un occhiello. Queste ripiegature, dette le *corde vocali* od anche i legamenti inferiori della *glottide*, sono di una certa grossezza, tanto più lunghe quanta è maggiore la sporgenza anteriore della cartilagine tiroide (ossia del pomo d'Adamo) su cui s'innestano, e si tendono più o meno per opera di un muscoletto situato nel loro spessore, e pei movimenti delle cartilagini aritenoidi alle quali posteriormente si saldano (*ar*, fig. 93); pei quali movimenti avvicinando le labbra o divaricandole, allargano o sminuiscono la fessura che rimane fra loro. Poco sopra le corde vocali s'incontrano due altre falde, analoghe a quelle della mucosa della laringe, le quali ricevettero il nome di *legamenti superiori della glottide*, dicendosi poi *ventricoli* della laringe, le cavernette laterali che le separano dai legamenti inferiori (*v*, fig. 93 e 94); lo spazio compreso

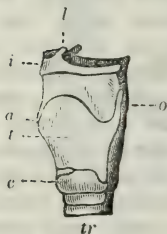
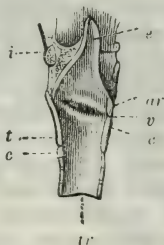
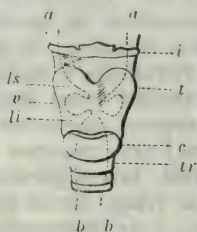



Fig. 92 (1). Fig. 93. Fig. 94.

tra queste quattro labbra nominasi la *glottide;* infine sopra l'apertura superiore della laringe si trova l'*epiglottide*, cioè

(1) Fig. 92. Laringe dell'uomo guardata di profilo; — *i*, osso ioide, — *l*. corpo dell'ioide che aderisce alla base della lingua; — *t*, cartilagine tiroide; — *a*, sporgenza della cartilagine tiroide, conosciuta col nome di *pomo d'Adamo;* la cartilagine tiroide si unisce all'ioide mediante una membrana; — *c*, cartilagine cricoide, — *tr*, trachea-arteria; — *o*, parete posteriore della laringe in relazioni coll'esofago.

Fig. 93. Taglio verticale della laringe; — *i*, osso ioide; — *t*, cartilagine tiroide; — *c*, cartilagine cricoide; — *ar*, cartilagine aritenoide; — *v*. ventricolo della glottide, conseguente dallo spazio che rimane tra le corde vocali ed i tegumenti superiori della glottide; — *e*, epiglottide; — *tr*, trachea.

Fig. 94. La laringe guardata di fronte; il profilo della parete anteriore è segnato colle stesse linee *a*, *a*, *b*, *b*, — *li*, legamenti inferiori della glottide o le corde vocali; — *ls*, legamenti superiori; per le parti restanti si adoperarono le lettere delle figure antecedenti.

una maniera di linguetta fibro-cartilaginea (*e*, fig. 93), che colla base si salda sotto la radice della lingua, e coll' apice sale obliquamente nella retrobocca, in modo che abbassandosi copre la glottide, come si è detto laddove parlavasi della nutrizione (§ 61).

§ 299. **Meccanica della voce.** — A cose ordinarie l'aria espulsa dai polmoni attraversa liberamente la laringe, senza dar suoni; invece quando i muscoli di questo organo si contraggono, si accelera il passaggio di quel fluido, e vien prodotta la voce. Galieno, antico ed insigne medico, provò sperimentalmente che le contrazioni sono necessarie onde s'ingenerino i suoni; infatti, tagliati in animali vivi i nervi che vanno ai muscoli della laringe, quest'organo è reso inerte e contemporaneamente sopprimesi la voce. Altre esperienze persuadono che la produzione dei suoni dipende specialmente dall' azione dei legamenti della glottide, reciso il superiore dei quali la voce è notevolmente affievolita, ed interamente soppressa quando se ne incidano gli inferiori, ossia le corde vocali.

§ 300. I fisiologi sono quasi tutti concordi nel ritenere che la voce s'ingenera nella laringe con meccanismo analogo a quello di uno stromento musicale a becco, per esempio, di un oboe; cioè che la corrente d'aria proveniente dai polmoni scosta le corde vocali sino a dato punto, dopo il quale i labbri di esse riaccostandosi per la naturale elasticità interrompono momentaneamente il passaggio del fluido, che li respinge di nuovo; dal che ne avvengono dei moti di va e vieni, ossia delle vibrazioni tanto rapide che riescono sonore.

Così ricorrendo alla sola teoria fisica degli stromenti musicali, ponno spiegarsi le precipue differenze che notansi nella voce dei diversi individui umani, od anche nelle varie intonazioni della voce di una stessa persona.

La fisica infatti c' insegna che una corda elastica quanto più fortemente sarà tesa ondeggierà con vibrazioni più rapide, producendo una nota tanto più acuta; giacchè l'acutezza o la gravità dei suoni dipendono dal maggiore o minor numero di oscillazioni avvenute in un tempo dato. Ora, come lo si avvertiva, i legamenti della glottide sono così fatti che i loro labbri ponno tendersi od allentarsi con gradi diversi, e sperimentalmente si provò che quanto più sono tesi danno una voce tanto più acuta; la lunghezza di una

corda o di una laminetta elastica, simile a quella che si adopera per costruire il becco di uno stromento a fiato, influisce pur essa sull' acutezza del suono che producono vibrando; e si sa che, per esempio, dimezzando la corda di un violino si cava un suono più alto di un' ottava di quello dato dalla stessa corda quando era tesa per tutta quanta la sua lunghezza; quindi se la voce è retta da leggi analoghe la lunghezza delle corde vocali dovrà corrispondere alla gravità dei suoni che producono. Difatti, abbiamo già visto che contraendosi i diversi muscoli della laringe quelle duplicature, invece di rimaner rallentate, si avvicinano sino a toccarsi per uno spazio più o meno notevole, e che allora la parte dei loro lembi che può vibrare, come il becco di uno strumento, deve per necessità scorciarsi proporzionalmente e rendere un suono più acuto. Infine la lunghezza delle corde vocali è molto maggiore nelle laringe degli uomini di quello lo sia nelle donne e nei fanciulli, e tutti sanno quanto il tono di voce dei primi differisca da quello degli altri.

§ 301. L' intensità, od il volume della voce in parte dipendono dalla forza con cui l' aria è espulsa dai polmoni, in parte dalla maggiore attitudine a vibrare che hanno le diverse parti della laringe, e dalla capacità di quest' organo. Taluni fra i mammiferi, che assordano con urli fortissimi, possedono delle grandi cellule poste in comunicazione colla glottide, e si attribuisce l' intensità di quei loro gridi all' echeggiare dell' aria là dentro contenuta; s' incontra una simile conformazione nell' asino, e segnatamente in quelle scimmie americane che perciò diconsi urlatrici.

§ 302. Pare che il tono della voce dipenda dalla natura fisica dei legamenti della glottide e delle pareti della laringe, come pure da quella delle parti susseguenti dal condotto vocale. Si sa che gli stromenti di musica mutano tono secondo che fatti di legno, di metallo o d' altre materie, e si avvertì che certe modificazioni della voce umana coincidono colla maggiore o minore solidità delle cartilagini della laringe. Infatti nelle donne e nei fanciulli, che hanno una voce speciale, quelle cartilagini sono flessibili e poco compatte; invece la tiroide dell' uomo, e di qualche virago dotata di voce maschia, sono molto robuste, anzi talvolta interamente ossee.

Il tono dei suoni dipende altresì dalle forme dell' apertura esterna dell' apparato vocale; se passano a traverso le

fosse nasali riescono sgradevoli, invece sono forti e sonanti quando la bocca è largamente aperta, anzi, a quello che pare concorrono a modificare la natura dei suoni anche i diversi gradi di tensione del velo palatino e delle altre parti della retrobocca.

§ 303. Negli uccelli la voce si forma principalmente in un organo speciale, alquanto simile alla laringe comune, ma posto più in basso nella trachea-arteria, là dove questa si spartisce per formare i bronchi: la quale seconda laringe, o *laringe inferiore*, è molto complessa nelle specie canore, come avremo occasione di mostrarlo a luogo debito.

§ 304. **Modificazioni della voce.** — Non tutti i suoni prodotti dall' apparato vocale sono sempre eguali; e ponno distinguersi in gridi, in canto, in voce ordinaria e voce acquisita.

Il *grido* è generalmente acuto e sgradevole; è poco o punto modulato, e differisce dagli altri suoni vocali perchè stridulo; quasi tutti gli animali non ponno far di meglio che gridare, e l' uomo in questo riguardo se ne distingue soltanto in conseguenza dell' educazione. Infatti il bambino appena nato non può che mandare dei gridi, e quando manchi dell' udito non muta tono; se invece ode i suoni prodotti da suoi simili, impara da loro, e per propria esperienza s' avvezza a modular suoni di una natura particolare. La qual *voce acquisita* differisce dal grido e per intensità e pel tono; riesce però difficile all' orecchio il cogliere l' esatta misura degli intervalli di quei suoni, ed i loro rapporti armonici. Invece il *canto* consta di suoni succedentisi ad intervalli misurati, le oscillazioni dei quali ponno facilmente essere numerate dall' orecchio.

§ 305. Inoltre l' uomo può modificare i diversi suoni vocali in maniera tutta particolare, cioè può articolarli; al qual atto si dà nome di *pronuncia*.

Gli stromenti della pronuncia sono la faringe, le fosse nasali e le diverse parti della bocca; ed il suono prodotto dalla laringe prende caratteri diversi, e costituisce una voce articolata particolare, secondo che queste giocano in uno od in altro modo.

L' attitudine ad articolare i suoni, e quindi a pronunciare, non è privilegio dell' uomo, egli solo però fra tutti gli animali sa attribuire un senso alle parole che pronuncia, ed

all'ordine che loro sa dare; quindi solo può dirsi veramente fornito del dono della *favella.*

DELL'INTELLIGENZA E DELL'ISTINTO.

§ 306. Avendo esaminati gli organi col mezzo de'quali l'uomo e gli altri animali acquistano la conoscenza degli oggetti esterni e reagiscono su quelli che stanno loro d'intorno, per compiere la storia delle funzioni di relazione, ci resta lo studio della forza che determina le loro azioni e dei fenomeni dell'intendimento; al qual ramo della fisiologia attesero piuttosto i filosofi che i naturalisti; noi non potremmo trattenerci lungamente in esso senza oltrepassare i confini tracciati per questo corso, però ci sembra necessario di farne qui almeno cenno.

Tutti i fenomeni dell'intendimento sono più perfetti nell'uomo che nelle altre specie, quindi per avere qualche idea intorno alla maggior parte delle operazioni dello spirito, è d'uopo esaminare ciò che avviene in noi stessi. Fu pure nell'uomo che meglio si osservarono e si analizzarono con maggiore accuratezza le facoltà intellettuali, per cui prendendolo prima ad esempio nella investigazione di questo soggetto, porremo poi noi stessi a confronto degli animali, per giudicare delle loro naturali facoltà, e per indagare le cause delle loro azioni.

§ 307. **Facoltà dell'intendimento umano.** — Abbiamo veduto che il contatto degli oggetti esteriori, o l'influenza d'agenti intermedi tra questi oggetti ed i nostri organi, produce nelle parti sensibili dell'economia una certa mutazione di stato, ossia un'*impressione* d'ignota natura, la quale eccita uno stimolo, che trasmesso col mezzo de' nervi al cervello, viene colà avvertito dal nostro spirito, dando così origine ad una *sensazione.* La sensazione adunque è cosa diversa dall'impressione, e dallo stimolo che lo produce, e realmente consiste nella *coscienza* di questa impressione. Questo fenomeno non è però sempre la conseguenza necessaria di un'eccitazione, perchè non di rado avviene che non *sentiamo* le impressioni ricevute dalle parti sensibili del nostro corpo, sebbene l'eccitamento che ne consegue sia stato trasmesso, come al solito, per mezzo dei nervi al-

l'encefalo; e ciò perchè l'effetto di questo eccitamento sul cervello può passare inavvertito da quell'interna potenza che spesso i filosofi dicono l'*io*, e nel linguaggio comune si addita col nome di *spirito* o di *anima*. Quindi la facoltà di provare sensazioni è una proprietà dello spirito, o di qualche agente analogo, e costituisce, per così dire, la base di tutto il lavoro intellettuale.

§ 308. Durante il sonno gli organi dei sensi non mutano condizioni, quindi devono ricevere dagli oggetti esterni quelle stesse impressioni che ricevono da essi nello stato di veglia; ma queste impressioni ordinariamente non danno luogo a nessuna sensazione, sia perchè allora nel cervello si sospende momentaneamente l'attitudine di trasmettere allo spirito i ricevuti eccitamenti, sia perchè lo spirito perde di sua attività. È pure evidente l'influenza che l'anima ha sulle sensazioni anche durante la veglia, poichè per forza di volontà si può concentrare, diremmo, lo spirito sopra un tale o tal altro stimolo, in maniera di averne sensazioni ben più intense e distinte che nelle circostanze ordinarie.

Così tutti sanno che nel trambusto di conversazioni che s'incrociano con eguale vivezza, spesso si può tener dietro alle parole della persona che ci preme d'intendere, astrazion fatta di tutte le impressioni prodotte sul nostro orecchio dalle altre voci; e quando lo spirito è molto preoccupato, avviene altresì di non vedere ciò che si ha davanti agli occhi, e di non sentire il dolore che dovrebbero produrre una ferita od una malattia.

L'attitudine a dirigere in tal guisa volontariamente lo spirito verso gli eccitamenti ricevuti dal di fuori, o verso le operazioni dello stesso intendimento, costituisce ciò che si dice l'*attenzione*.

§ 309. Le sensazioni che ci pervengono dal di fuori, o che risultano da uno stato qualsiasi dei nostri stessi organi, variano nelle loro qualità; talora sono aggradevoli, altre volte più o meno dolorose, e differiscono anche secondo che provengono dall'uno o dall'altro senso, o sono determinate da cause differenti. Allorchè il fanciullo comincia a provarne non sa ancora a che attribuirle, ma lo spirito tende naturalmente alla *induzione*, per la quale siamo indotti ad attribuire ogni effetto ad una causa, ed a cercarla nelle circostanze che accompagnano o precedono il fenomeno. Per essa riferiamo le nostre sensazioni agli oggetti

circostanti, *giudizio* che presto è confermato dall' esperienza, essendochè la diversità dei sensi, e le diverse maniere in cui ciascuno può agire ci soccorrono a riconoscere una coincidenza costante tra certe sensazioni e la presenza di certi oggetti. In tal modo siano resi consci dell' esistenza dei corpi esterni; vi notiamo delle qualità o modi d' agire diversi, ci formiamo una nozione od idea degli oggetti, o in altri termini, noi li *percipiamo*.

Così quando un fanciullo sente l' olezzo d' un fiore, cerca naturalmente la causa di quella sensazione, e se nello stesso tempo vede presso di sè quell' oggetto, o se lo può afferrare, è indotto a ritenerlo come la causa della impressione ricevuta. Quando poi avvertirà che il suo odorato cessa d' essere solleticato a quel modo allontanandosi da quel medesimo fiore, e che la sensazione si rinnovella allorchè tocca o vede nuovamente un oggetto avente la proprietà di agire sul senso della vista, o del tatto, nella stessa maniera del fiore in discorso, egli non tarderà a confermarsi in quel suo giudizio, e ad associare nel suo spirito la sensazione ricevuta col mezzo dei sensi dell' odorato, della vista e del tatto, come dovuta ad altrettante qualità del medesimo corpo. Più tardi gli basterà di riconoscere una di quelle qualità o caratteri per inferirne l' esistenza degli altri, finchè non incontri oggetti ove non si trovino tutti concomitanti, ed allora, se ha qualche ragione di farlo, cercherà altre differenze proprie a distinguere questi corpi, che a tutta prima era indotto a confondere.

Le sensazioni che ci provengono per mezzo degli altri sensi determinano nel nostro spirito un lavoro analogo, e l' uomo acquista idee sulla natura di ciò che lo circonda giovato principalmente del concorso delle diverse maniere di sentire.

Fra tutti i sensi il tatto potrebbe meglio d' ogni altro far da meno d' ogni soccorso estraneo per procurarci sensazioni di tal natura, perchè può esercitarsi simultaneamente in diverse parti del nostro corpo, e quindi fornire da solo due o più sensazioni contemporanee, dal confronto delle quali scaturisce un giudizio sia sull' esistenza del corpo esterno che le determina, sia sulle qualità di questo corpo.

Quando l' esperienza ci apprese il significato delle sensazioni che proviamo, il nostro spirito non resta più incerto tra queste e le conclusioni che ne derivano: ma

giudica senza esitazione, senza sforzo, ed anzi senza avvedersene, ciò che dapprima aveva bisogno di ponderare e considerar lungamente; i suoi giudizi sulle cagioni delle sensazioni divengono nello stesso tempo più sicuri, e l' uomo impara a servirsi realmente dei propri sensi.

A torto i fisiologi per indicare questo fatto dicono talvolta che i sensi si migliorano coll' esercizio, e che abbisognano di una tal quale educazione: non è la facoltà di ricevere le impressioni, che ciò facendo, si modifica, ma la facoltà di apprezzare le sensazioni, di confrontarle, di distinguerle, o in una parola di giudicarle. Perchè in fatti quello che ci rende atti a render proficue le sensazioni, ed a formarci delle nozioni sugli oggetti che le determinano, è il *giudizio.*

Ma questo lavoro dell' intendimento non basterebbe all' uopo se si esercitasse sulle sole sensazioni del momento, e non potesse confrontarle colle sensazioni già prima ricevute, e colle idee che esse hanno già fatte nascere in noi.

§ 310. Esiste in fatti un' altra facoltà dello spirito che ha molta parte in tutti i fenomeni intellettuali, e senza la quale non potremmo acquistare la conoscenza degli oggetti circostanti: vogliam dire la *memoria*, o la facoltà di aver di nuovo la coscienza d' una sensazione già passata, o d' una idea precedentemente dedotta dalle impressioni avute. È noto che le sensazioni che riceviamo e le idee che acquistiamo, svaniscono più o meno rapidamente e sembrano affacciarsi alla nostra coscienza per dileguarsi tosto: ma in realtà esse non si cancellano compiutamente, e spesso per forza della volontà o per tutt' altra causa, ponno riprodursi nel nostro spirito, senza però rivestire i caratteri di una sensazione attuale. Questa attitudine conservatrice così preziosa per la intelligenza, s' esercita in generale tanto più facilmente quanto maggiore fu la forza con cui la sensazione o l' idea si presentarono la prima volta, o quanto si sono ripetute più di frequente: egli è come se ciascun atto dell' intendimento fosse accompagnato da un certo cambiamento permanente in un determinato punto del cervello, cambiamento che fosse tanto più profondo secondo che è il risultato di un' azione più forte o di un concorso più considerevole di azioni quantunque deboli, e come se la traccia così prodotta fosse apprezzabile allo spirito dall' istante che essa tocca ad un certo grado di intensità. V' hanno

poi altre circostanze che influiscono su questo fenomeno intellettuale, tra le quali può annoverarsi, per esempio, l'età. Infatti la memoria è facilissima nei primi tempi della vita; e invece i vecchi ritengono difficilmente le idee, prodotte dalle sensazioni attutate che l'uomo riceve in quell'innoltrato periodo della esistenza, e non conservano se non quelle che provarono nel tempo di loro giovinezza: alcune volte la memoria si perde interamente per sola causa del progresso dell'età, anzi nell'adulto è già meno attiva che nell'adolescente e nel fanciullo: per ciò nel corso della gioventù si apprendono con maggiore facilità tutte quelle nozioni, che non richieggono troppa riflessione, quali sarebbero le lingue, la storia, le scienze descrittive, ecc. Devesi notare altresì che l'esercizio tende a rinvigorire la memoria, la quale può perdersi quasi per intero in certe malattie mentali senza che perciò l'ammalato cessi di ricevere sensazioni dal mondo esterno, e di dedurre nozioni sugli oggetti che lo circondano.

Di raro l'intelligenza umana riceve impressioni eguali da sensazioni di diversa natura, ed i diversi individui sono colpiti in un modo assai differente da idee dello stesso ordine. Abbiamo testè avvertito che la memoria conserva sempre meglio le sensazioni quanto sono più vive, quindi è facile il prevedere che l'attitudine a ritenere nello spirito le idee di ordini diversi deve variare. E infatti esistono in uno stesso individuo tante memorie, per così dire distinte, quanti sono gli ordini di sensazioni: havvi la memoria delle parole, la memoria delle forme, quella dei luoghi, della musica, ecc.; ed è raro che la stessa persona le possegga tutte in egual grado, che in generale ne predomina una sola; anzi accade talora che in certe malattie mentali perdasi intera una specie di memoria, senza che le altre vengano sensibilmente alterate. Da questi fatti però non dovrà concludersi che quelle siano veramente altrettante facoltà distinte: le diversità che si notano nella memoria secondo che versa in uno od in altro soggetto, dipendono dalla disposizione dello spirito a ricevere diversi generi di idee, e corrispondono ad una miglior attitudine per una piuttosto che per altra maniera di lavoro intellettuale.

§ 511. La facoltà di *giudicare*, di cui si è già parlato, non si esercita soltanto nel semplice modo col quale la vedemmo intervenire nella percezione o formazione delle no-

stre idee relative all'esistenza od all'assenza delle qualità degli oggetti, considerati come cause delle nostre sensazioni. Le nozioni acquisite in siffatta guisa non restano isolate nel nostro spirito, perchè abbiamo la facoltà di compararle, di notare i rapporti decorrenti tra esse, di trarne conclusioni, ed in breve di emettere giudizj tanto sulle idee, quanto sulle cose: inoltre possiamo connettere questi giudizj per dedurne nuove conclusioni, e così procedere nel *ragionamento*. Onde poi queste operazioni dello spirito sieno portate a miglior perfezione, ci è d'uopo osservare ciò che avviene nell'istessa nostra intelligenza, abbisogniamo cioè della *riflessione*, facoltà in noi così sviluppata, che ci procura la coscienza delle nostre stesse facoltà, e ci permette d'osservare tanto i fenomeni del nostro intendimento, quanto quelli del mondo esteriore.

§ 312. Anche l'*immaginazione*, ossia l'attitudine a suscitare nel nostro spirito delle idee che non nascono direttamente da sensazioni attuali o da nozioni preesistenti nella nostra memoria, è facoltà che entra per molta parte nei fenomeni dell'intelligenza umana: e ad essa soccorre potentemente la naturale tendenza che abbiamo a creare dei segni figurativi delle idee, a pensare coll'ajuto di questi segni, ed a generalizzare i nostri pensieri.

§ 313. Finalmente anche la *volontà*, per la quale possiamo raccogliere, per così dire, la coscienza sopra certe sensazioni attuali, o sulle tracce lasciateci nella memoria dalle sensazioni passate, od anche sulle operazioni del nostro spirito, e per la quale possiamo porgere attenzione o riflettere, ci permette essa pure d'imprimere ai nostri pensieri una determinata direzione, d'interromperne il corso, o di sceglierne sino ad un certo punto l'oggetto. Ma v'hanno in noi alcune naturali tendenze, che, indipendentemente dalla volontà, ci conducono ad eseguire più facilmente certe operazioni dello spirito di alcune altre, e che ci fanno preferire le idee di un certo ordine. Tra le quali disposizioni innate dell'intelligenza umana devono annoverarsi la tendenza all'induzione, della quale ci occorse di parlare altrove, la confidenza, il sentimento della giustizia, del bello, della pietà, ed in una parola tutte le *qualità morali*, che si annunciano con maggiore o minor forza sin nella prima infanzia, e si trovano in tutti gli uomini indipendentemente dagli effetti della educazione; e così pure la disposizione,

che abbiamo a ricercare le cause dei fenomeni di cui siamo testimoni, di occuparci di calcoli, di musica, ecc.; tendenze che, variando come le prime d'intensità secondo gli individui, in ragione appunto della loro ineguaglianza, danno agli uomini attitudini tanto diverse pei diversi lavori dell'intelligenza.

§ 314. Questi attributi dello spirito umano hanno grande analogia con un'altra classe di facoltà, le quali ponno dirsi *affettive*, e sono quelle disposizioni per le quali siamo naturalmente indotti ad amare e proteggere i nostri figli, a cercare la società dei nostri simili, ecc.; facoltà che, alla lor volta, somigliano moltissimo agli *istinti* di cui ci ha dotati la natura. Intendendosi per istinti quelle tendenze, od impulsi, che ci traggono ad eseguire certi atti, le combinazioni dei quali non sono determinate nè dalla volontà, nè dalla intelligenza, ed i cui risultati non ponno essere previsti dallo spirito. Queste facoltà istintive sono poco sviluppate nell'uomo, e sono di rado la causa delle sue azioni; invece le vedremo avere una grande influenza sugli animali, tenendo luogo in essi della intelligenza: anzi ci tornerebbe impossibile di farcene una idea chiara quando non togliessimo a studiarli in loro stessi.

§ 315. **Principj d'azione.** — Le diverse facoltà dello spirito, or ora enumerate, sono la causa determinante della maggior parte delle nostre azioni.

Abbiamo già veduto che certe azioni hanno luogo nella economia animale, senza il concorso della volontà, ed in modo affatto *automatico:* tali, per esempio, i movimenti del cuore, e le contrazioni peristaltiche degli intestini.

Colà pure avvertimmo come possano prodursi altri movimenti indipendentemente dalla volontà, ma non del tutto sottrati all'influenza di questa forza, i quali continuano anche quando l'animale non può accelerarli ad arbitrio, o rallentarli, od interromperli. Nei quali atti, che si potrebbero dire *semi-automatici*, comprendonsi i moti del respiro; e noi sappiamo già che la forza che li determina negli animali più perfetti sembra risiedere nel midollo allungato, ossia nella regione superiore del midollo spinale (§ 255).

Finalmente vedemmo esistere una terza classe di movimenti, dipendenti in tutto dalla volontà, i quali per ciò sospendonsi appena s'interrompano le funzioni cerebrali.

Ora c'interterremo soltanto di questi ultimi atti, che i

fisiologi dicono *movimenti volontarj*, perchè soli prendono una parte diretta nelle funzioni di relazione; ed indagando i motivi che ci portano ad eseguirli, vedremo che queste cause o principj d'azione sono di doppio ordine, cioè gli uni *razionali*, gli altri *istintivi*.

Diffatti qualche volta la nostra volontà si decide in conseguenza di un giudizio, e colla precisione di un risultato determinato, altre volte siamo spinti ad agire non da una operazione della intelligenza, ma per un impulso non calcolato, e diremmo cieco, che si può chiamare istintivo (attribuendo però a questo vocabolo un senso più esteso dell'ordinario): tali sono il desiderio di soddisfare ad un bisogno fisico come la fame, o di obbedire a qualche affezione naturale, od a qualche istinto propriamente detto quale la tenerezza materna, o l'altro istinto che senza il soccorso della esperienza o della educazione insegna al neonato a succhiare il latte dalla mammella materna.

§ 316. Finalmente è pure a notarsi che per la frequente ripetizione di azioni razionali acquistiamo la facoltà di eseguirle senza che la volontà intervenga per determinarle o regolarle, e talora senza neppure la coscienza di ciò che facciamo; effetti dell'*abitudine* conosciuti da tutti. I movimenti prodotti in questo modo hanno una grande rassomiglianza con quelli che dipendono dall'istinto propriamente detto: differendo però sempre ed essenzialmente in ciò, che la natura fornisce anticipatamente tutto quanto è necessario a far nascere questi ultimi, mentre la particolare disposizione da cui dipende il fenomeno di quei primi atti, non s'acquista se non coll'esercizio o coll'educazione.

Lo studio dell'influenza che esercita la ripetizione di un atto qualsiasi sulle disposizioni di agire, e de' rapporti che ponno stabilirsi tra certi pensieri e certe operazioni dell'intelligenza o determinazioni della volontà, o, ciò che vale lo stesso, lo studio degli effetti dell'abitudine e dell'associazione di idee, costituisce uno dei rami principalissimi della psicologia; ma qui non ci resta luogo per estenderci in questo argomento, e ci basterà di aver notata l'analogia che decorre tra i risultati dell'abitudine e le impulsioni dell'istinto.

§ 317. **Facoltà degli animali**. — Giovati dalle nozioni che ci forniva questo rapido esame delle principali facoltà dell'uomo, ora tenteremo di formarci qualche idea

intorno alla natura della intelligenza degli animali, e sulle cause delle loro azioni. Studio molto più arduo di quello dell'intendimento umano, perchè non ci è dato di osservare in essi direttamente le operazioni dello spirito a quel modo che le osserviamo quando avvengono in noi medesimi, e perchè non possiamo giudicare di ciò che avviene nei medesimi se non deducendolo dall' analisi delle loro azioni.

§ 318. Abbiamo già detto che tutti gli animali danno segni di sentire: ma non pare che le sensazioni producano nell' intendimento delle specie costrutte colla maggiore semplicità nessun lavoro analogo a quello che avviene nel nostro spirito, quando acquistiamo la percezione della causa delle nostre impressioni, e ci formiamo idee relative agli oggetti che ci stanno d' intorno. Infatti non scorgiamo in essi nessun indizio d' intelligenza, e la loro volontà non si manifesta se non per mezzo di atti semplicissimi; quale sarebbe il mutare che fanno di direzione nei movimenti allorchè incontrano fortuitamente un ostacolo. In fatti le facoltà di relazione degli animaletti infusori e di qualche altro zoofito, pare si circoscrivano a fenomeni di simile natura. Ma di mano in mano che ci eleviamo nella serie zoologica, vediamo gli atti complicarsi e differire sempre maggiormente, sì che spesso non potremmo rendercene ragione se non ammettendo negli esseri che li eseguiscono, l'esistenza di istinti di una mirabile perfezione, od anche di facoltà analoghe a quelle che nell' uomo sono necessarie alla produzione di atti simili, per esempio, la memoria, il giudizio e per fino il ragionamento. Quando si osserva alla leggiera le costumanze di certi animali, come il castoro, l'ape e la formica, siamo anzi tentati di attribuir loro una intelligenza molto sviluppata: ma non esiste realmente qualche cosa di analogo alle facoltà testè accennate, se non in quelle specie che meglio ci rassomigliano per la struttura, come sarebbero la scimmia ed il cane, e le azioni degli esseri meno elevati, comprese pur quelle che sembrano richiedere maggiori calcoli e previsioni, dipendono pressochè tutte dall'*istinto*.

§ 319. **Istinti degli animali**. — Le azioni istintive distinguonsi dalle altre che dir si ponno intelligenti, o razionali, in ciò principalmente che non ponno conseguire dalla imitazione o dalla esperienza; ed inoltre per essere eseguite sempre nello stesso modo, e, secondo ogni probabilità, senza essere precedute dalla previsione dei loro risultati, e della loro

utilità. La ragione suppone un giudizio ed una scelta; l'istinto invece è un cieco impulso che spinge naturalmente l'animale ad agire in una maniera determinata; i suoi effetti ponno essere bensì modificati dalla esperienza e dal ragionamento, ma non ne dipendono giammai, e queste ultime facoltà influiscono tanto meno sulle azioni d'un animale, quanto più i suoi istinti sono perfetti. Nell' uomo l' intelligenza surroga quasi interamente l' istinto, e negli animali è l' istinto invece che più o meno completamente supplisce al difetto dell' intelligenza.

Noteremo come esempio di un' azione semplicissima e tuttavia assai notevole, che dipende senza alcun dubbio dall' istinto dato agli animali per guida nel corso della vita, un fatto osservato più volte negli anitroccoli, i quali covati da una gallina e da lei allevati senza che abbiano mai veduti animali della loro specie, pure alle prime occasioni e malgrado gli sforzi della loro madre adottiva e l' esempio dei pulcini che li attorniavano, si tuffarono nell' acqua per nuotarvi e vivervi alla maniera degli altri animali della loro razza. E citeremo pure i lavori delle api come prova di atti complicatissimi che se non conseguissero dell' istinto richiederebbero l' influenza di una raffinatissima intelligenza, ed esigerebbero calcoli profondi; chiunque può infatti constatare la meravigliosa regolarità di quelle loro fabbriche, la somma precisione di esse, e l' industre disposizione per cui trovansi adattate ai bisogni ai quali debbono servire.

Ora queste abili operaie non han d' uopo nè di modello, nè di guida; dal primo momento che si mettono a simili imprese eseguiscono senza titubanza e senza errori un numero grandissimo di operazioni delicate l' utilità delle quali non è immediata; non si giovano mai della esperienza per migliorare i loro processi, e di generazione in generazione lavorano nella stessa guisa, senza che i giovani individui vengano istrutti dai provetti: infine si veggono continuare in quelle opere anche quando le circostanze le rendono inutili. Non si può dunque attribuire tali atti a facoltà analoghe alle facoltà della nostra intelligenza, mentre queste non basterebbero per determinare simili risultati, e per spiegarli è necessario trovarne la causa in un impulso naturale, analogo a quello che porta il neonato a poppare senza aver appreso a farlo.

Gli istinti degli animali variano secondo le specie, ed

offrono un argomento importantissimo di studj tanto al filosofo, quanto al naturalista. Non si potrebbe darne una idea compiuta se non tracciando la storia di ogni singolo animale, e ci manca lo spazio per un simile trattato: affine però di chiarire le idee de' nostri lettori sulla natura dei fenomeni che risultano da questo genere d'impulsi innati, crediamo opportuno descriverne almeno alcuni dei più notevoli.

§ 320. Le principali azioni istintive ponno ordinarsi in tre classi, secondo che hanno rapporto alla conservazione delle specie, alla conservazione degli individui, od alle relazioni di questi cogli altri animali.

§ 321. Primo tra gli istinti dati agli animali per assicurarne la migliore esistenza, e preservarli dalle innumerevoli cause di distruzione di cui sono circondati, si può annoverare la naturale loro disposizione a nutrirsi esclusivamente di certe determinate sostanze. Il quale istinto, se manca in alcune specie tra le più semplici, che ingojano indistintamente quanto incontrano (tali sarebbero varj zoofiti), esiste però nella maggior parte degli animali, e ci è reso manifesto da segni più o meno chiari; anzi in taluni è così potente, che si veggono ricusare ogni sorta di cibo, quando non sia quell'unico al quale in certo modo sono predestinati. In fatti non solo v'hanno certe specie che mangiano soltanto materie animali, ed altre che si attengono sempre a sostanze vegetali; ma fra queste ultime se ne conoscono parecchie, che si accomodano delle sole foglie, oppure dei soli frutti di una data pianta, e restano indifferenti ad ogni altro alimento: la quale scelta, quantunque fatta col sussidio dell'odorato e del gusto, deve però attribuirsi ad un istinto particolare che le spinge a non mangiare che sostanze le quali agiscono sui loro sensi in tale o tal altra maniera. Anzi più, cosa invero notevole, avviene qualche volta che questo istinto muti repentinamente tosto che l'animale tocca ad un certo periodo di vita, e gli faccia abbandonare il regime primitivo, per attenersi esclusivamente a sostanze di cui prima non faceva nessun conto. Così certi insetti, carnivori allo stato di larva, divengono sempre fitivori giunti che sieno allo stadio perfetto; ed all'incontro le rane, che si nutrono di materie vegetali finchè rimangono allo stato de' girini, si fanno carnivore tosto che hanno compiute le loro metamorfosi.

§ 322. Però da questa facoltà istintiva conseguono soltanto atti semplicissimi; diversamente da quanto può notarsi riflettendo all'altro istinto che la natura diede ai carnivori onde possano dirigersi nel cacciare le prede.

Fig. 95. *Formicaleone.*

La larva del formicaleone, piccolo insetto del genere degli effimeri, è destinata a nutrirsi di formiche e di altri insetti, di cui succhia gli umori; ma greve e tarda come è nei movimenti mal potrebbe provvedere ai suoi bisogni se la natura non le avesse appreso a tendere agguati per catturare una preda che non può inseguire. Quindi scava istintivamente nella sabbia arida e fina una piccola fossa in forma di imbuto, in fondo alla quale sta pazientemente nascosta attendendo che un insetto vi cada per entro; che se la vittima cerca sfuggirle, o si arresta nella caduta, la stordisce e la fa rotolare in fondo a quel suo trabocchello lanciandole colla testa e colle mandibole una pioggia di sabbioncelli. Ne meno ingegnosa è l'arte colla quale scava quella fossa: dopo percorso il terreno dove vuol tendere i suoi agguati, comincia dal tracciare un cerchio corrispondente alla imboccatura che dovrà avere quell'imbuto; poi collocatasi dentro i confini di quello spazio, e fattosi badile di una delle zampe, si mette a scavare, ammonticchiando sul proprio capo una certa misura di sabbie, che di volta in volta con un rapido guizzo getta lontana qualche pollice al di là dei confini della cerchia: essa prosegue in siffatta guisa lavorando tutt'all'ingiro della linea tracciata, rinculando, e servendosi sempre della medesima

zampa per rimuovere la sabbia; poi quando giunge al punto del quale prima si era dipartita, cambia di lato, e via di

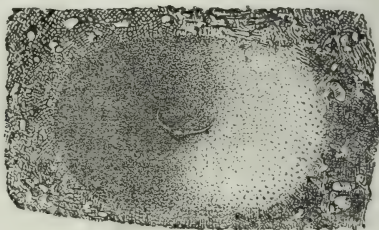



Fig. 96. *Larva.* Fig. 97. *Agguati del Formicaleone.*

seguito finchè non abbia compiuta l' opera. Se nel corso del lavoro incontra qualche pietruzza che lo renderebbe meno perfetto dapprima non se ne cura, poi, terminati gli scavi, vi ritorna, s' adopera con ogni sforzo per caricarsela sul capo, o gettarla al di fuori: riescendovi la spinge più che può lontana, quasi per impedire che vi ricada, se non può sbarazzarsene abbandona l' opera per ricominciarla altrove; quelle fosse, compiute che sieno, hanno per l' ordinario circa otto centimetri di diametro e cinque di profondità; ed allorchè il declivo delle loro pareti venne guasto da qualche frana, come avviene quasi sempre quando vi casca per entro un insetto, il formicaleone si affretta a ripararle colla stessa industria colla quale le costruiva.

Alcuni ragni fabbricano degli agguati anche più singolari, e le tele che tendono in modi così svariati sono principalmente destinate ad accalappiare le mosche, o gli altri insetti che servono ad essi di pastura. La disposizione delle fila dei ragnateli varia secondo le specie, e se talvolta non offre nessuna regolarità, altre volte però è elegantissima; anzi fa meraviglia il vedere animaletti tanto piccoli come l' Epeira diadema tessere quelle vaste e simmetriche tele che troviamo comunemente nei nostri giardini. V' hanno anzi più dei ragni che non si accontentano di fabbricare simili paretai, ma che imbavagliando coi loro fili la vittima

le tolgono qualunque mezzo di difesa, sinchè non l'abbiano trafitta coi loro uncini avvelenati.

Ponno citarsi anche dei pesci, i quali esercitano una industria istintiva non meno notevole per catturare la preda; così una specie che abita nelle acque del Gange, e che è destinata a nutrirsi d'insetti, non potendo inseguire quegli aerei animalucci lancia delle gocciole d'acqua addosso a quelli che vede sostare sulle erbe acquatiche, onde farli cadere e pascersene, ciò che gli valse il nome di balestriere; e sembra tanto destra in questa maniera di caccia da fallire di rado la meta, quantunque lontana di molti piedi.

Finalmente debbonsi pure riferire all'istinto gli svariati artifici che adoperano, cacciando, parecchi quadrupedi; perchè quasi tutti gli individui della stessa specie li ripetono sempre eguali, e perchè spesso sanno metterli in opera senza aver avuta l'occasione di impararli per imitazione, e senza che siano stati loro suggeriti dall'esperienza.

§ 323. In questa classe d'istinti deve anche annoverarsi quella disposizione innata per la quale parecchi animali sono spinti ad ammassare provigioni pel loro uso futuro, e nasconderle in qualche ripostiglio. Istinto che in generale trovasi meglio sviluppato nelle specie più o meno sedentarie, le quali durante una parte dell'anno non trovano nel paese che abitano le sostanze di cui si nutrono. Quest'apparente previsione che impedisce difettino di alimenti allorchè il suolo non potrebbe più fornirne ad essi, non può però attribuirsi a calcolo intelligente, perchè ha luogo anche prima che l'esperienza abbia potuto far accorto l'animale dell'utilità di simili approvigionamenti, e perchè la si vede continuare negli individui viventi, lontani dai genitori, in climi nei quali non avrebbero più ragione di temere una stagione di carestia.

Lo scojattolo de' nostri boschi (fig. 98) ci offre un esempio di questa tendenza innata a provedere ai bisogni futuri. Durante la state questi piccoli animali, così vispi nei movimenti ed aggraziati, ammassano provvigioni di nocciole, di ghiande, di mandorle, ecc., scegliendo ordinariamente ad uso di magazzino le nicchie di un albero; e moltiplicano quei depositi in varj nascondigli, che nel verno, allorchè si fa sentire la carestia, sanno ritrovare senza esitanza quantunque sepolti sotto la neve. Il quale impulso se è loro utilissimo allorchè il freddo viene ad interrompere

Fig. 98. *Scojattolo comune.*

le raccolte giornaliere, gli porta altresì a nascondere il superfluo degli alimenti, pur quando non hanno mai conosciuta la disdetta, nè ponno temerla. Un altro mammifero roditore, molto simile a' nostri conigli e che abita la Siberia, il *Lagomys pica*, è dotato d'un istinto più notevole, perchè non solamente raccoglie in autunno l'erba che dovrà servirgli di foraggio nei lunghissimi inverni di quella inospite contrada, ma s'appresta il fieno esattamente come lo fanno i nostri contadini. Dopo avere tagliati gli steli più robusti e succosi della prateria, li espone al sole per seccarli, e terminata questa operazione, ammucchia quei fieni avendo cura di porli a riparo dalla pioggia e dalla neve, e di scavare sotto ciascun maggazzino una galleria sotterranea avente capo nella sua dimora, e tutte disposte in guisa da permettergli in qualunque tempo di visitarli. L'ape, sulla storia della quale avremo occasione di ritornare ben tosto, è spinta egualmente dalla propria natura a prepararsi delle risorse per l'avvenire, eseguendo a quest'uopo lavori anche più complicati.

§ 324. Un altro genere d'istinto, riferibile come i precedenti alla conservazione dell'individuo, è quello che de-

spinge certi animali ad apprestarsi gli alloggiamenti, che insegna loro le complicate operazioni necessarie a questo uopo, e che li guida a seguir sempre i medesimi processi, benchè in generale quell' operajo non abbia mai veduto a fare nulla di simile, e manchi di modelli.

Così il baco da seta, coi fili che segrega, tesse un bozzolo, nel quale si racchiude per subire al sicuro le metamorfosi a mutarsi in farfalla; il coniglio scava le tane, e il castoro edifica le capanne che lo hanno reso celebre. Del quale istinto architettonico diremo più estesamente là dove si parlerà dei lavori fatti in comune da *turme* di animali viventi in società, e dove accenneremo le cure che un gran numero di questi esseri imparte alla sua progenie: ora però non dobbiamo lasciare questo curioso argomento senza fornire qualche esempio di ciò che veniva asserito.

Il criceto comune (fig. 99), piccolo rosicchiante molto

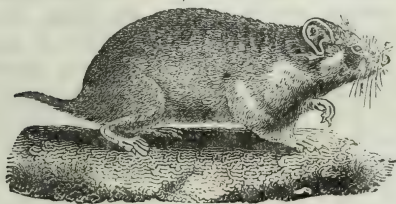



Fig. 99. *Criceto comune.*

simile al sorcio, e che si incontra ne' campi, dall'Alsazia alla Siberia, dove mena gravi guasti all' agricoltura, si appresta un albergo sotterraneo che ha sempre due uscite; l' una obliqua, che gli serve per espellere i frammenti di terra, l' altra perpendicolare per cui entra ed esce egli stesso. Queste gallerie conducono a un certo numero di camere rotonde, corrispondenti fra loro per mezzo di condotti orizzontali; una delle quali celle, fornita di un letto di erbe secche, è la dimora del criceto, le altre servono di magazzini alle provigioni che ammassa in molta abbondanza.

Alcuni ragni, conosciuti dai zoologi col nome di migali, eseguiscono lavori analoghi a quelli del criceto, ma più

complicati, perchè non solamente si apprestano una abitazione vasta e comoda, ma sanno chiuderne la porta col mezzo di un vero uscio a cerniera (fig. 100). A questo uopo la migale scava nella terra argillosa una sorta di pozzo cilindrico, profondo da otto a dieci centimetri all'incirca, le pareti interne del quale spalma con uno smalto molto consistente; poscia alternando degli strati di terra impastata, e di fili tessuti, fabbrica un coperchio che si adatta esattamente all'orifizio, e non può aprirsi se non all'infuori: la cerniera che sostiene questa maniera di porta, formasi da strati filamentosi, prolungati da un punto del suo contorno alle pareti del tubo, e quivi disposti in modo da costituire un cercine che fa l'uficio del telajo di una porta; la superficie esteriore di questo coperchio è rugosa, e mal si distingue dalla terra che le sta intorno, invece l'interna è liscia; dentro poi quelle ridotte dei *ragni muratori*, e precisamente dal lato opposto alla cerniera, può notarsi una schiera di forellini, ai quali l'animale s'aggrappa colle zampe per tener salda la porta allorchè qualche nemico tenti d'aprirla a viva forza.

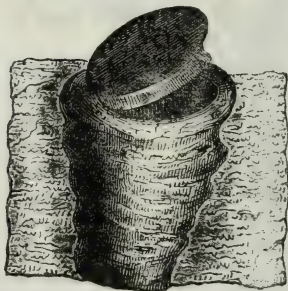



Fig. 100. *Nido di Mygalis.*

Anche gli insetti forniscono esempi di un gran numero di processi meravigliosi, che essi adoperano istintivamente per apprestarsi le abitazioni.

Molti bruchi sanno comporsi un ricovero accartocciando delle foglie, e cucendole col mezzo di fili. Ovunque, nei giardini, incontriamo sui lilas, sulle piante di uva spina, ecc., di simili nidi; e così pure procede il bruco di una piccola farfalla notturna, la *Tortrix viridissima*, che s'incontra sulle querce (fig. 101). Altri invece si fabbricano degli

Fig. 101. *Nido della Tortrix.*

astucci con frammenti di foglie, con frastagli di stoffe o con simili materie, che sanno connettere con fino artifizio: così la tignuola dei panni, piccola farfalla di color grigio argentato, quando è tuttora allo stato di larva scava delle gallerie nello spessore delle stoffe di lana rodendole con somma rapidità, poi salda le prodotte raschiature in un tubo che, crescendo, allunga continuamente per la base; e, cosa invero singolare, allorchè diviene troppo grossa per trovarsi agiatamente in quella guaina, la fende e l' allarga metendovi un' aggiunta.

Finalmente è pure a notarsi che certi animali destinati a passare tutta la stagione rigida in letargia, non solo hanno l' istinto di prepararsi un rifugio ed un soffice giaciglio, ma appena si avvicini l' epoca del sonno invernale, ne turano l' entrata, quasi prevedessero che per lunga pezza non avranno bisogno di escirne, e che quell' apertura li lascerebbe esposti ai rigori del freddo ed alle sorprese dei nemici. Così infatti costumano le marmotte abitatrici delle Alpi, e da tutti conosciute.

§ 325. Un terzo genere di facoltà istintive, che talora, mirano, come le precedenti, alla conservazione dell' individuo, ma altre volte anco destinate ad assicurare le condizioni favorevoli alla esistenza della prole, e che nell' un caso e nell' altro si legano quasi sempre strettamente all' istinto della socialità, spinge certi animali ad intraprendere lunghi viaggi, e sovente anche a mutar periodicamente di clima. Alcune volte le specie peregrinanti non abbandonano una contrada, per emigrare in paesi limitrofi in busca di cibo, se non dopo che hanno dato fondo a tutte le sussistenze. Altre fiate è invece il freddo invernale che le caccia verso il mezzodì, od il calore eccessivo della state che a poco a poco le spinge al settentrione; ma in molti casi le loro emigrazioni precedono qualsiasi cambiamento atmosferico atto a renderci ragione di quella loro condotta, ed il loro istinto gli porta non già a sgombrare gradatamente il paese che abandonano, ma a drizzarsi tosto e senza esitanza verso le regioni ove debbono giungere. E, quasi sempre, all' atto che s' accingono a quei viaggi, si vedono parecchi individui riunirsi in *frotte* per andar di conserva.

Le scimmie, tanto numerose nelle foreste del Nuovo Continente, ci offrono esempio della abitudine di a mutare irre-

golarmente di quartiere, che abbiamo accennata per la prima. Poichè devastarono una contrada le si incontrano raccolte in bande numerose, lanciantisi di ramo in ramo, in traccia di altra località abbondanti di frutti; poi, quando la carestia le ha raggiunte in quella stanza novella, vanno altrove cercando fortuna migliore; le madri viaggiano coi figli sul dorso o fra le braccia, e la intera brigata s'abbandona ad una allegria schiamazzosa.

I lemming intraprendono essi pure viaggi anche più notevoli, e che egualmente non presentano nulla di periodico, sì che rimangono tuttora ignoti i motivi di quelle loro emigrazioni. Questi animali, che hanno molta somiglianza coi sorci, abitano i monti delle coste del mar Glaciale, da dove talvolta discendono in falangi innumerevoli; procedono in colonne serrate, e vanno sempre di fronte, senza che nessun ostacolo, per grande che sia, valga a deviarli dal retto cammino; attraversano a nuoto i fiumi che loro si parano dinanzi, e girano intorno alle abitazioni ed alle rocce solo quando non ponno arrampicarsi su di esse; quei loro viaggi li fanno il più spesso di notte, e quantunque moltissimi muojano lungo il cammino, pure sono così numerosi che non perciò recano minori guasti; guasti tanto maggiori chè non solo distruggono qualsiasi vegetazione incontrano per via, ma rodono le erbe sino alla radice, e scavano il terreno per trarne i grani sott'esso sepolti. Queste emigrazioni di lemming sarebbero un grave flagello per la Norvegia e la Lapponia, se, per far minor sventura, non avvenissero che di rado; infatti si osservò che non si ripetono in una stessa contrada più di una volta ogni dieci anni.

In generale però le emigrazioni degli animali sono periodiche, e corrispondono al mutare delle stagioni. Così ogni primavera un piccolo rosicchiante molto simile al lemming, cioè il topo campagnuolo de'prati, detto anche topo economo, abbandona a legioni il Kamtschatka, dirigendosi verso ponente: esso procede nello stesso ordine dell'altro percorrendo centinaja di leghe; e quelle legioni sono così folte che, verso la metà di luglio, quando, dopo percorso un cammino di oltre venticinque gradi di longitudine giungono alle rive dell'Octrolsk e del Judoma, una sola colonna spende spesso oltre due ore a sfilare. Nel mese di ottobre ritornano al Kamtschatka, e quel loro ritorno è una buona fortuna, perchè la turba degli animali carnivori che

gli insegue fornisce ai cacciatori di quelle misere contrade un ricco bottino di pellicce. Presso al Capo di Buona Speranza, e nelle parti settentrionali dell'America, si incontrano in primavera ed in autunno mandre numerosissime di antilopi e di cervi, che emigrano a grandi distanze. Ma gli esempi di questi istinti di viaggi sono più che altrove frequenti e notevoli nella classe degli uccelli; un gran numero dei quali passa periodicamente d'Europa in Affrica, e dall'Affrica torna in Europa con tanta regolarità che ponno dirsi prefissi il giorno del loro arrivo e quello della loro partenza. Infatti le rondini, che arrivano fra noi nei primi d'aprile, ci lasciano in autunno; nei quali giorni le si veggono raccogliersi in numerose brigate e dirigersi al mezzodì. Giunte alle sponde del Mediterraneo, si radunano su qualche altura, e, atteso il momento propizio, partono tutte assieme attraversando il mare in folte schiere. Talora le si incontrano molto lontane da terra, e quando sono battute dal vento contrario, si veggono poggiare sul sartiame de' navigli; a quanto sembra esse vanno a svernare sino nel Senegal. Anche le quaglie sono conosciute pel loro istinto migratorio; ed esse pure vanno in Affrica e nell'Asia minore per sottrarsi ai rigidi inverni dei nostri climi, nello stesso modo che parecchi uccelli del settentrione scendono tra noi quando il freddo li caccia dalle regioni polari, dove ritornano nella primavera seguente.

Finalmente l'istinto delle migrazioni, trovasi pure nei pesci e negli insetti: tra i primi ce ne danno esempi l'aringa, il tonno, lo storione, ecc., tra i secondi le cavallette.

§ 326. Gli istinti che la natura impartì agli animali onde possano provvedere alla conservazione della loro progenie, non sono meno svariati, nè meno curiosi di quelli col mezzo de' quali questi esseri forniscono ai propri bisogni. L'impulso interno che spinge gli uccelli a tenersi quasi immobili sulle uova per intere settimane, che loro insegna ad edificare anticipatamente e con tanta arte un ricetto ai figli non ancora nati, e che li spinge a vegliare al ben essere della famigliola; quello che ammaestra gli insetti a scegliere il luogo nel quale deporre le uova, affinchè le larve che ne nasceranno possano trovare presso di sè gli alimenti di cui avranno bisogno, o che determina alcuni di questi animali a prodigare le cure ai nati da

madre estranea; l'istinto infine che guida qualche uccello e certi quadrupedi a dare ai figli una maniera di educazione: tutte queste facoltà, ed i fenomeni che ne risultano, ecciteranno mai sempre il nostro stupore, mostrandoci più eloquentemente di quello che lo potrebbero le parole, quanto la potenza creatrice di tante meraviglie sorpassi di gran lunga tutto ciò che l'uomo può immaginare e concepire. Ma l'ammirazione che ci destano queste forze ignote, che determinano negli animali azioni di tanta meraviglia, è vinta dalla tenerezza che ci ispira quell'affezione egualmente innata, per la quale, nella specie umana, la madre si consacra interamente al ben essere de' suoi figli; affezione che si trova in un gran numero di animali, benchè in grado molto minore.

§ 327. Uno dei fenomeni che tornano a miglior proposito per farci comprendere ciò che deve intendersi per *istinto*, è quello offerto da varj insetti quando depongono le uova. Quantunque questi piccoli esseri non abbiano a veder mai la loro prole, e non possano avere acquisita nessuna nozione di ciò che diverranno le loro uova; pure spesso hanno la provvida abitudine di collocare vicino a ciascuno di quei germi una provigione di materie nutritive, adatte ad alimentare la larva che nascerà da essi, e lo fanno pur quando il di lei regime sarà affatto diverso dal loro, e che gli alimenti che depongono a quell'uso tornerebbero ad essi affatto inutili. Una simile azione non può conseguire da nessun ragionamento, perchè, quando pure avessero la facoltà di ragionare, mancherebbero dei dati necessarj a dedurre tali conclusioni, e necessariamente debbono agire alla cieca; ma l'istinto sopperisce in essi al difetto d'esperienza e di ragione, ed insegna a questi animali a fare precisamente ciò che è necessario per raggiungere lo scopo che dovrebbero proporsi. I necrofori (fig. 102), insetti coleopteri non infrequenti nei nostri campi, ci offrono un esempio di questo genere d'istinto; quando la femina sta per emettere le uova, ha sempre cura di seppellire il cadavere di una talpa, o di qualsiasi altro piccolo quadrupede, dentro il quale le depone; sì che i piccoli, tosto nati, si trovano in mezzo alle materie meglio

Fig. 102. *Necrophorus.*

convenienti ad alimentarli, nutrendosi essi pure di carni morte come la loro madre.

Ben più meraviglioso è il vedere altri insetti che nello stadio adulto vivono di soli vegetali, preparare allo stesso modo un nutrimento animale ai loro figli, per quando, nello stato di larve, saranno carnivori. I pompilis, insetti affini alle vespe, hanno questo istinto singolare: fatti adulti vivono sui fiori, ma nelle prime età si nutrono di cibi animali, e la madre provede a quei loro bisogni ponendo sempre accanto alle uova, deposte in appositi nidi, i corpi di qualche ragno o di qualche bruco, che prima ha trafitti col suo pungiglione. Anche i xylocopa (fig. 103) hanno costumanze analoghe, e scavano nei legni una schiera di celle, che servono contemporaneamente come nidi e come magazzeni.

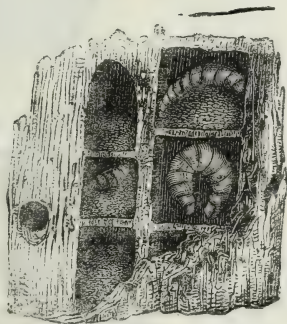



Fig. 103. *Xylocopa*. Fig. 104. *Nido del Xylocopa*.

§ 328. Gli animali quando nascono, essendo debolissimi, hanno bisogno più che in ogni altro tempo di un ricovero che li protegga dalle intemperie dell' aria e dalle aggressioni dei nemici, e la natura diede ai genitori l' istinto della costruzione per sopperire a queste esigenze; infatti il numero delle specie che edificano una dimora per sè stesse, è molto minore di quello degli animali che preparano ai figli un covo molle e sicuro. La quale abitudine è comunis-

sima fra gli uccelli; chi può vedere senza ammirazione la perseveranza colla quale trasportano filo per filo tutte le materie necessarie alla confezione de' loro nidi, e l'arte con cui le dispongono; le forme e la struttura dei nidi ripetonsi sempre eguali per gli uccelli della medesima specie, invece variano d'assai da una specie all'altra, e rispondono sempre esattamente alle condizioni nelle quali dovrà vivere la giovane famigliuola: talora sono costrutti rasente il terreno e grossolanamente, altre volte saldansi sul fianco di una rupe o di un muro, in generale però si trovano sospesi tra i rami degli alberi; la maggior parte hanno una forma emisferica, e si assomigliano ad un panierino rotondo, col margine espanso; hanno le pareti esterne tessute con steli l'erbe o ramoscelli flessibili, e l'interne guernite di muschi o di pelurie (fig. 105).

Fig. 105. *Nido di un Cardellino.*

Qualche volta però la loro architettura è più complicata. Uno tra i più notevoli è quello del *Bayà*, uccelletto dell'India molto simile ai nostri ciuffolotti (*Pyrrhula*); ed

ha press'a poco le forme di una bottiglia (fig. 106); quantunque il *Baya* le appenda in cima a qualche ramo così flessibile

Fig. 106. *Nido di Baya.*

che le scimmie, i serpenti e gli stessi scojattoli non ponno raggiungerlo, pure per renderlo ancora più inaccesso a' suoi numerosi nemici, l'uccello lo apre per disotto, di modo ch'egli stesso non può entrarvi che volando. Questa abitazione è costrutta con lunghe erbe, ed interiormente ripartesi in più camere, una delle quali serve alla femmina per covare le uova, ed in un'altra sta il maschio rallegrando co' suoi canti la compagna mentre quella attende ai doveri materni. Un altro nido non meno singolare è quello di un uccelletto dell'oriente, affine alle nostre capinere, cioè della *Sylvia sutoria*, la quale, col cotone che raccoglie sulle piante che lo producono, e che fila col becco e colle zampe, cuce le foglie che gli si trovano intorno, onde toglierlo alla vista de' frequenti nemici (fig. 107).

Si conoscono altresì dei pesci che apprestano alla grossa

un riparo per deporvi le uova; ma gli insetti primeggiano sempre per maggiore industria e miglior istinto nell'edificare gli alloggiamenti per la progenie. Siccome, parlando altrove dei lavori che eseguiscono in comune alcuni di questi animaletti, avremo l'occasione di descrivere i nidi delle api e delle vespe, così per ora citeremo un solo esempio da costruzione architettate da specie solitarie per allogarvi le uova.

Fig. 107. *Nido di Sylvia sutoria.*

La più notevole in questo soggetto è lo xilocopa violaceo, detto pure l'ape fora-legni, grosso insetto comune anche tra noi, che ha il corpo nero e le ali violastre, ed appartiene alla famiglia delle api veramente dette. Egli (fig. 103) scava nelle sbarre delle spalliere e negli assiti dei fori ovali che prima s'internano obliquamente, poi, deviando, discendono verticali per la lunghezza di trenta a quaranta centimetri; trapanando il legno lo xilocopa ha la cautela di ammucchiare la segatura, la quale, compiute che abbia le gallerie, adopera per costruirvi dei tramezzi trasversali, e dividerle in un certo numero di camerette in tutto simili l'una all'altra. Però prima di chiuderle, depone in ciascuna un uovo, e con esso un po' di pólline raccolto sui fiori vicini, e che deve servire di cibo alla larva che non tarda a nascere.

§ 329. L'istinto regola tanto le relazioni decorrenti tra animali della stessa o di diversa specie, quanto le azioni che mirano alla conservazione dell'individuo e della prole. Talora questi esseri vivono solitari, e anzi alcuni non tollerano neppure la vicinanza di un animale conspeciale; invece altre volte si riuniscono in numerosi attruppamenti, e formano delle società, i membri delle quali prendono parte alla difesa comune, e mettono in comunanza i frutti delle loro fatiche. E queste differenze non sono casuali; tutti gli individui della medesima specie hanno eguali costumanze, ed evidentemente si scorge che esiste un istinto il quale spinge alcune di esse a sfuggirsi a vicenda, altre invece a vivere associate.

Le associazioni degli animali talvolta sono temporarie, altre volte permanenti; e sì le une che le altre variano per caratteri proprj.

Le riunioni nelle quali l'istinto è meno apparente, sono quelle che formano, quasi per mero caso, alcuni animali da preda, come i lupi e le jene, onde condurre a termine qualche atto di rapina e di vendetta. Questi, che rimangono solitari sinchè le forze individue valgono a provvedere alla loro sussistenza, si riuniscono in torme, e cacciano di conserva allorchè vi sono spinti dalla carestia, o quando appare un gregge numeroso; ma poi, tosto raggiunto l'intento, si disperdono od anche si azzuffano tra di loro.

Molti animali viaggiatori si radunano essi pure allo stesso modo per far cammino assieme; e queste ragunanze hanno luogo in un modo più costante e più regolare delle sopra indicate. Abbiamo già veduti di simili esempi nelle rondini; ma sotto questo rapporto sono ben più notevoli i piccioni di passata che abitano l'America; i quali percorrono assai irregolarmente quel vasto continente, e talvolta raccolti in falangi così dense che sarebbe impossibile immaginarne il numero: volando, per esempio, in colonne serrate, larghe, per esempio, oltre un chilometro, e più lunghe di 10 o 12. Wilson, celebre naturalista degli Stati Uniti, calcolò oltre a 2,000,000,000, gli individui di una banda che scontrò nei dintorni di Indiana. Un altro autore, meritevole esso pure di tutta confidenza, il signor Audubon, racconta che dipartendosi in una giornata d'autunno dalla sua casa a Henderson, sulle rive dell'Ohio, e traversando i terreni incolti presso Harsdenburgh, vide un numero di questi piccioni maggiore dell'ordinario che dirigevansi da nord-est al sud-est: a misura che proseguiva la sua strada verso Louisville, la colonna viaggiatrice che sorvolava al suo capo diveniva sempre più folta. « L'aria » dic' egli « era per modo ingombra di questi uccelli, che la luce meridiana del sole ne era oscurata come per ecclisse, ed i loro escrementi cadevano spessi come neve. Arrivai prima del tramonto a Louisville, lontana 55 miglia, ed i piccioni continuavano a passare in ischiere egualmente fitte: il difilare di questa immensa colonna durò ancora tre giorni, per tutto il qual tempo l'intera popolazione stette in armi intenta a dargli la caccia. »

Questi uccelli fermano la loro dimora nei boschi; una sola truppa invade tutta una foresta , dove il loro sterco, poi che vi stettero per un po' di tempo, forma un suolo di qualche centimetri di spessore; gli alberi vengono spogliati per l'estensione di più migliaja di ectari o vi muojono affatto, e le tracce di quel soggiorno non si cancellano se non dopo parecchi anni.

I pesci e gli insetti ci forniscono esempi non meno notevoli di queste immense aggregazioni di individui. Dalla più remota antichità sono celebri i guasti che arrecano le locuste, insetti analoghi alle cavallette che invadono a legioni innumerevoli certe contrade d'Affrica o d'Asia, manomettendo sul loro cammino ogni vegetazione. Le aringhe si mostrano nei mari del settentrione in attruppamenti così strabocchevoli, che forniscono una delle pesche più proficue: e, viaggiando serrate le une contro le altre, formano dei banchi larghi il più spesso parecchie centinaja di piedi, e distesi sulla superficie del mare per la lunghezza di parecchie leghe.

§ 330. Altre volte il legame che da origine agli assembramenti temporari di alcuni animali, e che congrega i membri di queste sorta di società, pare non sia altro fuor quello di sollazzarsi in comune. Così Levaillant incontrò nella vicinanza del Capo di Buona Speranza, degli stormi di una specie particolare di pappagalli (lo *Psittacus infuscatus*), che ogni sera, alla stessa ora, si riunivano con gran schiamazzo, per muovere in compagnia verso qualche sorgente limpidissima e bagnarvisi. Ivi questi singolari animali folleggiavano, ricacciandosi l'un l'altro nell'acqua e rotolandosi sulla riva, poi tornavano sugli alberi dove prima si erano dato il convegno, si rassettavano le piume, e terminata quella loro toletta, si disperdevano, recandosi ciascuno ai rispettivi covi, a passarvi la notte.

Pare altresì che debbansi al bisogno della società dei proprj simili, quelle colonie permanenti, di cui ci danno esempi ed i conigli da conigliera, che scavansi le tane aperte l'una nell'altra; ed il cane delle praterie dell'America settentrionale (1), le abitazioni de'quali, riunite in gruppi che talvolta occupano parecchi chilometri, sono conosciute dai

(1) L'animale così denominato dagli Americani non è però un vero cane, ma bensì una specie di marmotta, ossia di *Arctomys*.

cacciatori col nome di villaggi, e le effimere con altri moltissimi insetti.

Ma l'istinto della socialità si mostra più che altrove sviluppato nelle colonie riunite nell'intento di edificare in comune, quali sono quelle dei castori, delle vespe, delle api e delle formiche.

§ 331. Il castoro del Canadà (fig. 108) primeggia fra tutti

Fig. 108 *Castoro.*

i mammiferi per la molta sua socialità, e l'industria istintiva. Sebbene durante la state viva solitario nelle tane che si scava alle sponde dei laghi e dei fiumi, tosto però che s'avvicina la stagione delle nevi, abbandona quei covigli, e si riunisce a' suoi simili per apprestarsi con essi i quartieri d'inverno; come lo si vede nei luoghi più solitari dell'America settentrionale, dove, raccolti spesso in numero di due a trecento per banda, danno libero corso al loro istinto architettonico. Per edificare i nuovi alloggi scelgono un lago od un fiume profondo quanto basta perchè non geli mai sino al fondo, e in generale preferiscono le acque correnti onde valersene pel trasporto de' materiali che adoperano nelle loro costruzioni. Ciò fatto, ed onde mantenere le acque ad un livello costante, cominciano dal gettare una diga a scarpa, alla quale danno sempre una forma curva volgendone la convessità contro la corrente; e la costruiscono intrecciando

dei rami, gli intervalli dei quali turano con pietre e fango, in ultimo smaltandone le pareti con un intonaco denso e solido. Questa diga, che alla base è ordinariamente larga dagli undici ai dodici piedi, e che ogni anno viene rinforzata con nuovi lavori, spesso si copre di una vegetazione vigorosa e finisce per trasformarsi in una maniera di siepe. Tosto compiuta quell' opera, la quale tralasciano quando l' acqua sia stagnante, i castori si dividono in un certo numero di famiglie, ognuna delle quali attende a costruirsi gli abituri, od a restaurare quelli di cui si servì nell' anno precedente. Queste capanne, alzate contro la diga ed a pelo d' acqua, sono di forma press' a poco ovale; internamente hanno un diametro di sei in sette piedi, e le loro pareti sono conteste alla stessa maniera dell' argine, cioè con dei rami spalmati dentro e fuori con un intonaco fangoso. Internamente scompartonsi in due piani, il superiore dei quali, rimanendo all' asciutto, serve di abitazione ai castori; nell' inferiore che sta sommerso, accumulano le provigioni consistenti in frutti e cortecce: finalmente s' aprono al di fuori per una sola apertura posta sott' acqua. Si è creduto che i castori adoperassero la coda, che è di forma ovale, come una cazzuola, ma sembra che in tutte quelle operazioni si valgano dei soli denti e delle zampe anteriori. Tagliano cioè i rami, e qualche volta anche il tronco degli alberi, coi robusti incisivi, e li trascinano colla bocca e colle zampe. Quando hanno fermata dimora presso un fiume, atterrano le legna superiormente al luogo prescelto per le abitazioni, le gettano in acqua, ed approfittando della corrente le dirigono dove devono essere adoperate: egualmente si valgono delle zampe per scavare, dalle rive o nel fondo dell' acqua, la terra che impiegano. Del resto questi lavori, che si eseguiscono con meravigliosa prestezza, non li fanno che durante la notte Quando la vicinanza dell'uomo impedisce ai castori di moltiplicarsi a sufficienza per formare simili associazioni, e non li lascia abbastanza tranquilli per eseguire i lavori di cui parliamo, allora cessano dall' edificare quelle capanne; ma non perciò si spogliano dell' istinto della costruzione. Uno di questi animali allevato in ischiavitù, quantunque le circostanze in cui si trovava gli rendessero inutili simili opere, pure vi si accingeva dando di piglio a tutti i pezzi di legno che gli veniva fatto di procurarsi, e piantandoli in terra.

Le società perfette sono più rare fra gli uccelli, che fra i mammiferi: è però nota una specie di passeri, detti repubblicani (la *Loxia socia*), che vive in numerose compagnie presso il capo di Buona-Speranza, e si edifica i nidi sotto una sorta di tettoja comune a tutti (fig. 109).

Fig. 109. *Nido della Loxia Socia.*

Ma i più notevoli esempi di questo genere d'istinto, sono forniti dagli animali della classe degli insetti, le opere comuni dei quali offrono un grandissimo interesse. I nidi della vespa, tanto meravigliosi e per la regolarità, e per la perfezione, sono costrutti nel modo che ora descriveremo: quegli animaletti staccano a quest'uopo colle mandibole dei minuzzoli di legno vecchio, che convertono in una pasta simile al cartone, poi con quelle materie formano delle cellette esagone. Queste celle poste di fila s'aggruppano in favi o focaccie parallele le une alle altre, collocati a distanza determinata, e di tratto in tratto sorretti da piccoli pilastri; finalmente tutto l'edifizio ora trovasi esposto

all'aria, ora chiuso nel cavo di una pianta, ed anche sotto terra, e, secondo le specie, o rimane a nudo od è coperto da un involucro generale (fig. 110).

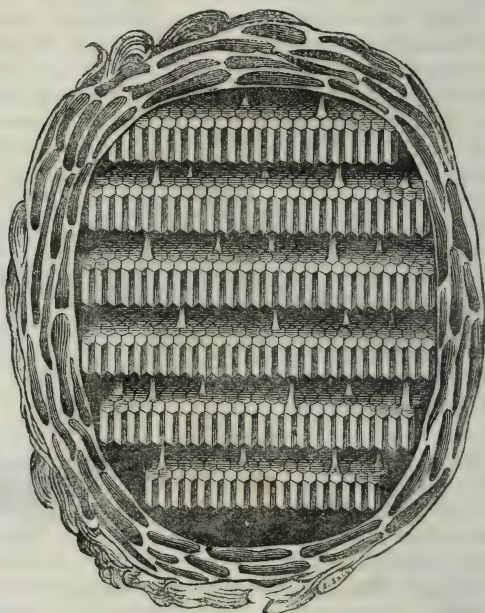



Fig. 110. *Vespajo*

§ 332. La comunanza del lavoro è uno dei tratti più notevoli delle costumanze delle api; le quali ci offrono altresì esempio di un nuovo genere di istinto, che determina azioni non meno curiose, ed appartiene anch'esso alla classe dei fenomeni di cui ora ci occupiamo; vogliam parlare dell'istinto che regola le relazioni tra le api operaje e le api regine.

Le nostre api domestiche o mellifere le quali, a quanto pare, sono originarie della Grecia, da dove l'uomo le diffuse

per tutta Europa, nel nord dell' Affrica e nella America settentrionale, vivono in colonie, composte ciascuna di dieci a trenta mila *operaje* ossia *neutri*, di sei ad ottocento maschi o *fuchi*, detti anche *pecchioni*, e per l'ordinario di una sola femmina, la quale sembra tenerne il dominio, e per ciò la si nomina *maestra* o *regina*: esse stanziano in qualche cavità, come per esempio nelle buche di un vecchio albero, o in quelle capannuccie che loro preparano gli agricoltori, e che si dicono alveari. Sole le api operaje attendono a tutti i lavori necessarii alla sussistenza ed al ben essere della società, anzi alcune di esse, nominate le *ceraje*, sono incaricate della raccolta dei viveri e materiali, e della erezione degli edifizj: mentre altre dette *nutrici*, anch'esse in ragione delle loro funzioni, attendono quasi esclusivamente all'azienda domestica interna, ed all'educazione della prole.

Fig. 111. *Ape operaja.*

L'ape *ceraja* per fare la necessaria raccolta entra nei fiori ben sbocciati, e che trovansi avere gli stami ricchi di quella polvere che i botanici dicono il pólline; questa aderisce ai peli forcuti del suo corpo, dai quali la raccoglie forbendosi con certe maniere di spazzole che porta ai tarsi, e ne fa delle pallottoline che ammucchia nelle cestelle o piastrelle concave esistenti nel lato interno delle sue zampe posteriori. Inoltre le operaje staccano colle mandibole dalla superficie delle piante una materia resinosa, detta *própoli*, che insaccano come il pólline in quei loro canestri. Reduci con questo carico all'alveare, tosto che vi sono giunte se ne sbarazzano per tornare in busca di nuove provigioni, o per adoperare quelle già raccolte. I lavori interni sono più complicati: le api cominciano dal turare col própoli tutte le fessure della abitazione, lasciando una sola apertura, piuttosto angusta; poscia attendono ad edificare i favi, destinati a servir di nido ai parti e di magazzino per le provigioni della

Fig. 112. *Zampa posteriore di un' Ape.*

comune. Questi sono fatti con della *cera* (materia che si trova in parecchi vegetali, e che le api stesse segregano da organi appositi, posti sotto gli anelli del loro abdome). Si compongono di due strati di celle esagone, a base piramidale, strette l'una all'altra, e stanno sospesi saldati di costa sicchè pendono verticalmente paralleli, ed il più spesso dalla vôlta dell'alveare, lasciando così degli interstizj, dentro i quali le api ponno circolare liberamente. Le operaje edificano quelle celle che giacciono orizzontali e sono aperte all'uno dei capi, tagliandone colle mascelle le pareti una dopo l'altra con meravigliosa precisione. La maggior parte di queste logge hanno esattamente le stesse dimensioni, e servono ad albergare le larve ordinarie, o come magazzini: qualcune però destinate a contenere le larve femmine, e quindi dette le celle reali, sono molto più spaziose, e di forma quasi cilindrica. Allorchè le api raccolsero una ricca messe di pólline o di miele, depongono in parte delle cellette ordinarie il sopravanzo destinato a sovvenire tanto al consumo giornaliero, come ai bisogni futuri. Inoltre hanno la previdenza di turare con un coperchio di cera quelle contenenti il miele di riserva, e se quei loro edifizj per qualche accidente minacciano di rovinare, sanno mettervi riparo puntellandoli con colonne e pilastri. I maschi, come abbiamo già avvertito, non prendono parte a questi lavori, e quando non servono più a nulla vengono uccisi dalle operaje a colpi di pungiglione; la quale carnificina ha luogo dal mese di luglio a quello d'agosto, e si estende sino alle larve ed alle ninfe dei pecchioni. La femmina rimane essa pure estranea alla vita attiva delle operaje; ma siccome i destini della colonia dipendono dalla di lei fecondità, così è sempre accarezzata, e quando poi comincia a deporre le uova, diventa l'oggetto di un profondo e generale rispetto, non soffre dentro l'alveare neppur una rivale: se ne incontra, tosto ha luogo una zuffa ad ultima oltranza; quindi in ogni sciame non si trova che una sola regina, qualunque pur sia il numero degli individui di cui si compone. Finchè la giovane regina rimane nell'interno dell'abitazione, non fa uova; ma pochi giorni dopo nata, se il tempo è bello, esce all'aperto, e s'innalza a perdita d'occhio nell'aria seguíta dai pecchioni: la sua assenza è breve, e, quarantasei ore dopo rientrata, comincia a far uova, le quali depone uno ad uno nelle cellette

predisposte a quest' uso. La covata della prima estate non è molto numerosa, e si compone di sole uova di operaje: nell' inverno s' arresta: ma al ritorno della primavera la fecondità della regina cresce meravigliosamente, sì che nello spazio di circa tre settimane genera il più spesso oltre a dodici mila uova. Solo verso l' undecimo mese di sua esistenza partorisce uova di maschi, commiste a quelle di operaje; l' altre, da cui debbono nascere le femmine, produconsi anche più tardi. L' uovo si schiude tre o quattro giorni dopo che fu deposto, e ne esce una piccola larva biancastra, la quale, essendo priva di zampe, non può lasciare il nido e cercare nudrimento; ma le operaje provvedono largamente a suoi bisogni fornendole una maniera di pappa, che varia a seconda dell' età e del sesso dell' individuo al quale è destinata; poi, quando si avvicina il momento della sua trasformazione in ninfa, la chiudono nella cella, apponendovi un coperchio di cera; il che fanno per le larve delle api operaje cinque giorni dopo che sono nate. Allora quelle larve si tessono intorno al corpo uno bozzolo di seta. ed a capo di tre giorni si svolgono in ninfe; finalmente, dopo essere rimaste in tale stato durante sette giorni e mezzo subiscono l' ultima delle metamorfosi. I maschi non giungono allo stadio perfetto che il ventesimo primo giorno dalla nascita della larva, mentre alle femmine ne bastano tredici. L' influenza, che esercita sullo sviluppo delle api la qualità degli alimenti che le operaje forniscono alle larve, è grandissima; perchè, cambiando la pappa ch' esse apprestano alle loro allieve, queste singolari nutrici producono a piacere delle operaje o delle regine. Ciò si vede in modo indubitato quando uno sciame ha perduta la regina, e che non esiste negli scompartimenti dell' alveare nessuna cella reale contenente larve di femmina; perchè allora le api si affrettano a demolire parecchie celle di operaje, onde dar loro la forma d' una cella reale, e forniscono in abbondanza alla larva che vi lasciarono per entro, il cibo con cui alimentano le femmine; sola conseguenza del qual fatto, quella larva in luogo di restare una operaja, come sarebbe avvenuto se avessero continuato ad allevarla nel modo ordinario, riesce un' ape regina. Quando una giovane regina ha compiute le naturali metamorfosi, e che si mette a rodere l' estremità del coperchio della cella onde

uscire del nido, sorge tosto una viva agitazione in tutta la la colonia. Da un lato alcune operaje vanno turando con nuova cera la breccia ch'essa tenta di aprirsi, e si studiano di trattenerla prigioniera nella sua stanza: dall'altro la vecchia regina cerca farsele da presso e pugnalarla col suo aculeo, onde sbarazzarsi di una rivale pericolosa; ma ad impedirnela vi si gettano di mezzo delle falangi d'altre operaje. Nel trambusto di questo generale rimescolamento la vecchia regina esce dall'alveare con tutti i segni della collera, menando seco gran parte dei maschi e delle operaje, che la riconoscono come unico capo. Le giovani, troppo deboli per emigrare rimangono nell'alveare e ben tosto il loro numero aumenta mano mano si schiudono quelle che vivevano tuttora allo stato di larve o di ninfe; in queste agitazioni scappano dalle celle anche altre giovani regine, se ve ne hanno parecchie si battono tra di loro, e l'ultima superstite resta sovrana della nuova colonia. Lo sciame che abbandonò l'alveare, non si disperde, ma raccoltosi a foggia di un grappolo a poca distanza fonda una nuova colonia, che ricomincia tutti i lavori ora indicati, e che alla sua volta fornisce, dopo un certo tempo, un secondo sciame, la partenza del quale è determinata dalle medesime cause, che abbiano veduto dar origine alla prima emigrazione. A questo modo un alveare fornisce sino a tre o quattro sciami per stagione, ma gli ultimi son sempre deboli. Alcune volte le api sono forzate a sperdersi per la morte dell'ape regina, per la debolezza della colonia, o per gli assalti dei nemici: le fuggitive vanno allora cercando asilo in alveari più fortunati; ma vengono spietatamente rejette a colpi di pungiglione da quelle che ne sono le proprietarie, giacchè non vi si ammette mai nessuna ape che non vi sia nata, quand'anche sia sola. Talora, altresì, una intera colonia assale un'altra colonia per saccheggiarne i magazzini, e se agli aggressi tocca la peggio, quella famiglia di vinti è compiutamente dispersa, e le sue provisioni di miele sono tradotte negli alveari dei vincitori.

§ 333. L'istinto che spinge le api a manomettere le vicine, ha qualche somiglianza con quello che induce altri insetti ad azioni anche più singolari, come sarebbe quella di catturare animali di specie diversa per tenerseli schiavi; abitudine della quale troviamo un esempio nella storia delle formiche.

Questi piccoli insetti vivono, come le api, in numerose società, egualmente composte di maschi, di femmine, e soprattutto d'individui imperfetti e sterili, conosciuti anch'essi col nome di operai o di neutri, e che si distinguono per la mancanza delle ali, la grossezza della testa, e la robustezza delle mandibole: a questi incombono tutti i lavori necessari alla prosperità generale, lavori che disimpegnano in modo diverso secondo la specie alla quale appartengono, alcune scavandosi le tane sotto terra, altre dentro il legno. Le prime aprono sotterra moltissime gallerie, e camerette disposte in parecchi piani, rigettando le spazzature al di fuori; anzi spesso alzano con quelle sulle loro abitazioni un monticello, nell' interno del quale, queste infaticabili lavoratrici, edificano nuovi piani, simili agli altri posti più profondamente: altre volte impiegano quella terra a formare, lungo il gambo degli arbusti, su cui vanno a cercare il loro nutrimento, delle gallerie che valgano a proteggerle nelle corse giornaliere. La specie che scavano i formicai dentro il legno prescelgono gli alberi già guasti dalle larve e da altri insetti, o rammolliti per putrefazione. Giovati delle mandibole ne distaccano de' pezzettini, e così scavano varj piani separati da tramezzi, e sorretti da pilastri risultanti da porzioni di legno che lasciarono intatto, o fatti coi bricioli tolti dalle parti vicine, e cementati solidamente colla sciliva. Quando una parte dell' edifizio vien guasta per qualche accidente, si vedono accorrere tosto tutte le operaje che si sono sottratte al disastro, ritirare con meravigliosa prestezza dalle rovine quelle che vi rimasero sepolte, trasportare in luogo di sicurezza le compagne ferite, ed aggiungere nuovi lavori a quelli che rimasero intatti. I maschi e le femmine non prendono parte a queste opere. I primi restano nel formicajo per un tempo brevissimo, e muojono quasi appena subíta l'ultima trasformazione; le femmine abbandonano anch' esse coi maschi la dimora comune, ma dopo essersene separate e di aver spogliate le ali sono ricondotte nel formicajo dalle operaje, e rinchiuse prigioniere nelle camere più riposte, dove quelle loro guardiane pensano a nutrirle. Dacchè hanno fatto un uovo, una formica operaja se ne impossessa, e lo trasporta con molta cura in una cella predisposta all' uopo. Le uova destinate a produrre le femmine non vengono riposte nelle stesse celle nelle quali stanno le altre da cui nasceranno le operaje. Le operaje impartono

le loro assidue cure anche alle larve, ognuna delle quali è da loro pasciuta con adatti sughi, e, quando il tempo sia propizio, si veggono queste attive nutrici trasportare le loro allieve fuori del formicajo, esporle ai raggi del sole, difenderle dai nemici, riportarle nel nido sul far della sera, e mantenerle pulitissime. Le formiche non fanno provigione nè per sè, nè pe' loro piccoli, ma ogni giorno vanno in busca degli alimenti di cui hanno bisogno. Mentre certe operaje attendono a conservare le abitazioni, e provvedono con nuovi edifizj alle esigenze delle crescenti colonie; altre vanno cercando sui fiori i liquidi zuccherini, e principalmente a raccogliere un succo particolare che trasuda dal corpo di certi afidi, e di qualche altri piccoli insetti emitteri. V' hanno delle formiche che non si accontentano di prendere le gocciole zuccherine che quegli animaletti abbandonano allorchè li solleticano colle loro antenne: ma spesso li trasportano nella loro dimora, e gli allevano per mungerli, come gli affittajuoli fanno delle vacche. Si sono veduti gli abitatori di due formicai vicini contendersi il possesso degli afidi, e i vincitori trascinare seco i prigionieri colle stesse attenzioni che adoperano per le larve. Nè le formiche ci presentano di notevole questo solo istinto di previdenza; certune dopo avere atteso, durante una parte della vita, agli ordinari lavori, pare comprendano le dolcezze dell' ozio, e si mettono a muovere guerra alle specie più deboli, per rapirne le larve e le ninfe, trasportarle nei loro alloggiamenti, e quivi imporre a quelle schiave tutto l' onere dei lavori della comune.

§ 334. Finalmente vi sono degli animali appo i quali l' istinto sociale si accoppia ad un' altra naturale tendenza che, a primo aspetto, parrebbe meno notevole della precedente; ma per noi ha una grandissima importanza, dovendosi ad essa probabilmente in molta parte la possibilità di ridurre a dimesticanza qualcuno di questi esseri: vogliamo dire di quella disposizione che piega tutto un gregge all' obbedienza di un capo, e che si lega strettamente coll' *istinto della imitazione.* Laddove faremo qualche cenno del cavallo, vedremo un meraviglioso esempio dell' influenza che il più valente ed il più forte esercita su tutti gli individui della mandra; le scimmie poi ci mostreranno a quale altissimo grado di sviluppo può giungere l' istinto dell' imitazione.

§ 335. **Facoltà dell' intendimento negli ani-**

mali. — Gli istinti, che sinora abbiamo studiati, sono le principali cause delle azioni degli animali, e, come già lo si avvertiva, nella maggior parte di essi non si scorge nessun indizio che muova a supporre l'esistenza di facoltà di un ordine più nobile: quando però si osservi ciò che ha luogo in alcune altre specie, è impossibile denegare loro una tal quale intelligenza, e non riconoscere che ponno essere forniti, come l'uomo, di memoria, di giudizio, ed anche della facoltà di connettere qualche ragionamento, sempre però poco complesso.

Così è evidente che molti animali non mancano di memoria, ed anzi che in parecchi di essi questa facoltà è molto sviluppata. Sovente il cavallo riconosce una strada da lui percorsa una volta sola, e che da più anni non ha riveduta. Nè la memoria è meno fida nel cane, nell'elefante, ed in varj altri mammiferi, mentre spesso si veggono ravvisare, dopo lunga assenza, le persone che ne presero cura o gli avevano maltrattati. Pare anzi che non ne vadano sprovvisti neppure i pesci, perchè si giunse a far sì che alcune anguille accorressero alla chiamata del loro guardiano.

§ 336. Fra le azioni degli animali ve n' hanno di quelle che rimarrebbero inesplicabili quando non si supponessero conseguenti da un ragionamento. Il cane, infatti, che rode stizzoso le sbarre della prigione se sono di legno, e si rassegna quando trova essere queste di ferro, deve agire per ragionamento; avvertendo che, nel primo caso, co'suoi morsi intaccando il legno deve concepire la speranza di poter riescire a vincere l'ostacolo che gli impedisce la fuga, mentre nel secondo trovando che il ferro è troppo duro pe' suoi denti, bentosto pare sia tratto a giudicare inutile qualunque sforzo. Quando lo stesso vedendo il padrone prendere il cappello, s'accorge che s'accinge ad uscire di casa, e lo festeggia per farsi condurre al passeggio, certo agisce a quel modo dietro la scorta di un ragionamento; e questa operazione della intelligenza è ancora più evidente in un grandissimo numero di stratagemmi che si narra essere stati adoperati da quell'intelligente animale per giungere alla meta de' suoi desiderj. Un cane di guardia riusciva ogni notte a svincolarsi dal collare che lo teneva in guinzaglio, onde correre in un campo vicino a sgozzare dei montoni; ciò fatto andava a lavare il muso insanguinato in un ruscello, poi, tornato a casa prima di giorno, rimet-

teva il collo nel collare furtivamente abbandonato, e si sdrajava nel covile in modo da eludere qualunque sospetto intorno a' suoi misfatti.

Le osservazioni che si fecero, anni sono, sopra un giovane chimpanze (fig. 113), ed un orang-utang, viventi nel serraglio

Fig. 113. *Chimpanze.*

del Giardino delle piante a Parigi, dimostrano come queste scimmie sieno fornite di una intelligenza anche maggiore. L'orang-utang prendeva amore alle persone che avevano cura di lui, faceva capricci quando non lo si compiaceva, e sfogava la sua collera come un fanciullo gridando e battendo del capo contro terra, quasi, non osando pigliarsela colle persone che lo assistevano, se la prendesse con sè stesso per commovere gli astanti. Allorchè trovavasi soletto nella camera dove lo si custodiva, cercava sempre di scappare, e sa-

liva sopra una seggiola vicina alla porta per arrivare alla serratura ed aprirla. Un giorno il guardiano, onde impedirgli questi maneggi, levò di là quella seggiola; ma l'orang-utang cercatane un'altra la pose al luogo della prima, montando su di essa per aprire la porta; ora, come non riconoscere in questa stessa azione la facoltà non solo di approfittare delle lezioni della esperienza, ma quella altresì di generalizzare? Nessuno aveva mai insegnato a quell' animale a valersi di una seggiola per aprire la porta, anzi non aveva nemmeno veduto farlo: dunque dalla sola sua esperienza aveva potuto imparare che arrampicandosi a quel modo si metteva a livello della chiave che voleva girare, e s'era accorto che la seggiola poteva venir trasportata da un luogo all'altro osservando le azioni de' suoi guardiani; finalmente non poteva essere guidato ad agire con tanto calcolo, se non generalizzando le nozioni così ottenute, e combinando in giudizj le idee che s'era fatte a quel modo; mentre nelle circostanze anormali in cui viveva i soli istinti non sarebbero bastati a dirigerlo.

§ 337. Non si trovano indizj di una intelligenza un po' sviluppata che nei mammiferi i quali maggiormente assomigliano all'uomo: e quanto più si discende nella serie degli esseri, si veggono diventare sempre più rari, e l'istinto prendere luogo della intelligenza. Le scimmie ed i carnivori primeggiano per intelligenza; a questi tengon dietro i pachidermi, tali, per esempio, il cavallo e l'elefante; poscia i ruminanti; i rosicchianti, come lo scojattolo, la marmotta, il castoro, il lepre sono a questo riguardo i più imperfetti tra i mammiferi; un rosicchiante non giunge a distinguere dagli altri uomini la persona che prende cura di lui: un ruminante riconosce il suo padrone, ma le sue facoltà sono tanto deboli che talvolta basta ad impedirglielo che questi muti vestito (1); il cavallo e l'elefante non solo conoscono le persone, ma facilmente imparano ad obbedire a determinati segni; il cane è riconoscente ai benefizj ricevuti,

(1) Un bisonte del Giardino delle piante di Parigi era pienamente sommesso al suo custode; questi avendo un giorno mutati gli abiti il bisonte non seppe più riconoscerlo, e gli si scagliò contro; appena però il guardiano indossò le solite vesti venne tosto ravvisato. Se si tondono due arieti soliti a vivere assieme, essi si gettano l'uno sull'altro furiosamente come se fossero sempre rimasti estranei.

s'accorge della tristezza o della collera del padrone, ed all'uopo accorre in suo soccorso: finalmente la scimmia agisce con discernimento e calcoli anche maggiori, doti però che non possiede se non quando è giovane, giacchè le sue facoltà anzichè perfezionarsi col progredire degli anni decadono invece prontamente.

Negli animali inferiori non si discerne nulla che somigli alla ragione, e tutte le loro azioni sembrano dirette dall'istinto; se pure non si volessero eccettuati alcuni insetti che in certi casi pare agiscano piuttosto in seguito di un giudizio che guidati dall'istinto propriamente detto; ma questi casi sono rari e molto dubbj.

§ 538. Infine dobbiamo soggiungere che certi animali sembrano dotati come l'uomo, ma però in modo assai più imperfetto, di mezzi di comunicazione, mediante i quali esprimono ciò che sentono, e lo fanno conoscere ai loro simili.

Così alcuni individui di quelle specie di mammiferi e di uccelli che vivono associati, appostansi quasi in sentinella ed avvertono con grida particolari i compagni dell'avvicinarsi di un pericolo: le marmotte ed i fenicotteri usano a questo modo. Si potè accertarsi dell'esistenza di una simile facoltà nelle rondini, perchè al grido d'allarme dato da qualcuna di esse, quando i piccoli sono minacciati da qualche nemico, di frequente accorrono tosto tutte le rondini del vicinato, e di conserva scacciano l'assalitore. Finalmente pare che anche gli insetti si comunichino qualche volta delle notizie: le osservazioni fatte sulle formiche da Hüber, da Latreille, e da più altri naturalisti non meno degni di fede, non ponno lasciare in questo argomento che pochissimi dubbj. Così appena rovinata la superficie di un formicajo tutta la colonia è avvertita di quel comune disastro con meravigliosa celerità; non si ode nessun suono, ma si veggono gli insetti che furono testimoni del guasto correre qua e colà, avvicinarsi ai compagni, urtarli colla testa, e palpar loro le antenne colle antenne: quelli che vennero a quel modo informati mutano tosto strada per agire come i primi, e dopo qualche istante migliaja di formiche accorrono là dove la comune dimora ha bisogno di ripari. Nelle zuffe accanite che spesso attaccano fra loro gli abitanti di due vicini formicai, si son veduti degli esploratori portar notizie al grosso dell'esercito, dopo le quali questo

mutò direzione, ed osservatori coscienziosi assicurano altresì che in momenti d'urgenza alcune formiche lasciano il campo di battaglia per correre al formicajo, da dove, appena giunte, ripartono seguíte da numerosi rinforzi.

§ 339. Le azioni degli animali trovano quasi tutte una facile spiegazione nell'esistenza delle facoltà ora studiate, e che vedemmo più o meno analoghe a quelle che noi stessi possediamo: ma vi hanno altri fenomeni che resterebbero affatto inesplicabili quando non si ammettesse che molti di questi esseri devono trovarsi forniti di qualche senso, che noi non abbiamo, e sulla natura del quale ci è quindi impossibile di formarci la menoma idea. In fatti non pare che nè l'istinto, nè l'intelligenza possano essere scorta bastevole a certi uccelli, i quali, come i piccioni e le rondini, rimessi in libertà, dopo che furono trasportati a centinaja di miglia dal nido entro canestri ben chiusi, drizzano il volo senza esitare là dove furono tolti alla loro famigliola, quasi come l'avessero dinanzi agli occhi. Quando il cane e gli altri mammiferi riconoscono il cammino a grandi distanze, o seguono da lungi le tracce di qualche animale, sono ordinariamente guidati da sensazioni ricevute per mezzo del senso dall' olfatto, che in loro è squisitissimo, ma non si può supporre nulla di simile nell'esempio testè portato dei piccioni messaggeri, che si veggono volare di un tratto da Bordeaux, per esempio, a Bruxelles; e non si può nemmeno far congbietture sulla natura della facoltà che li guida a quel modo.

§ 340. **Rapporti fra l' intelligenza ed il cervello.** — Così pure s'ignora affatto la causa dell'esistenza o della assenza di tale o tal altra facoltà intellettuale od istintiva in qualsiasi animale, e non sappiamo nulla sul meccanismo mediante il quale si esercitano queste facoltà: soltanto sappiamo che tutti i fenomeni che ne dipendono si rendono manifesti coll'intermezzo del sistema nervoso. La scienza dunque è al bujo di tutto che si riferisce alla natura dei rapporti esistenti tra l'azione del nostro cervello e la produzione dei pensieri o la percezione delle sensazioni; ma egli è facile l'accertarsi che quell'organo è lo strumento speciale, mediante il quale si manifestano le operazioni dello spirito. Nella stessa maniera che il cervello non può ricevere impressioni esterne se non per l'intermezzo de' sensi, le sensazioni non ponno giungere allo spirito che mediante il

cervello, e la nostra volontà, e le altre facoltà intellettuali non ponno manifestarsi se non col mezzo di questo agente. Ogni volta che le funzioni del cervello sono interrotte per una qualsiasi circostanza, perdiamo tosto l'intendimento, la volontà, la sensibilità, per fino la coscienza di noi stessi, e siamo ridotti ad una condizione analoga a quella di un vegetale, non vivendo più che di vita organica. In fatti, per convincersene, basta osservare ciò che avviene quando le funzioni del cervello sospendonsi in conseguenza di una ferita o per apoplesia. Allora l'uomo trovasi in uno stato che s'assomiglia a profondissimo sonno, letargo che può riprodursi esperimentalmente e ad arbitrio negli animali superiori, perchè anche in essi il cervello è lo strumento necessario a tutte le operazioni dell'intendimento, e dalla sua distruzione consegue la perdita dell'intelligenza e dell'istinto.

Ma se il cervello è indispensabile all'esercizio delle facoltà intellettuali, non per ciò deve indursi che senta egli stesso, e giudichi, e voglia: anzi è impossibile il comprendere come un organo materiale potrebbe generare il pensiero, e tutte le ipotesi de' materialisti non danno nessun lume sull'intima natura di questo magistero. Per rendersene conto è assolutamente necessario risalire più alto, ed attribuirlo a quel principio immateriale, il quale nell'uomo è talora designato col nome di *principio vitale*, altre volte con quello di *anima*. È necessario supporre che questa forza sia anche la causa prima di tutti i fenomeni essenzialmente vitali della nostra esistenza; la natura de' quali fenomeni non varierebbe se non in quanto gli organi o stromenti pel cui mezzo si manifesta questa unica potenza, sono essi stessi diversi nelle varie parti della nostra economia. Del resto, ci mancano i dati per discutere una simile questione; ed i fisiologi ignorano egualmente qual grado di analogia esista tra l'anima dell'uomo ed il principio vitale che in ogni animale sembra tenerne il luogo, e si appalesa con attributi che variano al variare delle specie.

§ 341. Checchè ne sia il cervello, come ebbimo a ripeterlo, è quasi lo strumento per mezzo del quale si esercita la potenza intellettuale, e la struttura d'ogni organo, o strumento fisiologico, corrisponde sempre all'ufizio che gli incombe. Quindi può concludersi a priori che la conformazione del cervello varierà secondo che destinato a servire

d'intermedio alla manifestazione di tale o tal altro genere di facoltà, e nei diversi animali dovrà presentare delle differenze di struttura corrispondenti ai diversi gradi della loro intelligenza. L'anatomia infatti ci insegna che in molti casi è facile il notare di simili coincidenze.

§ 342. Così può notarsi che per l'ordinario un organo agisce tanto più energicamente quanto è più voluminoso, e infatti messi a confronto lo sviluppo della intelligenza collo sviluppo materiale dell'encefalo, facilmente si è fatti accorti che v'hanno tra loro alcune relazioni. L'uomo, che tanto soprasta agli altri animali per le facoltà intellettuali, possiede altresì un cervello più sviluppato; il qual organo nelle scimmie, ed anche nei carnivori, è minore, ma offre tuttavia una notevole perfezione; esso, che è già molto piccolo e semplice ne' rosicchianti, si trova ridotto al minimo sviluppo ne' pesci, i più ottusi fra tutti i vertebrati.

Questi fatti mossero taluni a credere, che tenendo conto del maggiore o minor sviluppo del cervello si potesse inferirne il grado d'intelligenza degli animali, ed anche degli uomini confrontati fra loro; e per calcolare queste differenze si ebbe ricorso a differenti metodi, il più celebre de' quali è quello della misura dell'*angolo facciale* proposto da Camper, dotto naturalista olandese.

Queste misure sono destinate a far conoscere il rapporto decorrente tra il volume del cranio (che è riempiuto dal cervello e dal cervelletto) e quello della faccia, e si assumono nel modo seguente. Condotta una linea orizzontale (*cd*, fig. 114, 115), che passi pel foro dell'udito e l'impalcatura inferiore delle fosse nasali, in modo da seguire presso a poco la direzione della base del cranio, si cala su questa una seconda linea (*ab*), la quale tocca la maggiore sporgenza del fronte e l'estremità della mascella superiore. Quest'ultima sarà naturalmente tanto più inclinata sulla prima, e formerà con essa un angolo tanto più acuto, quanto più la faccia sarà sviluppata e la fronte più depressa; e per conseguenza la misura dell'*angolo facciale*, che tale è il nome dato all'angolo da cui parliamo, potrà indicare con bastevole precisione il richiesto rapporto.

Fra tutti gli animali, l'uomo ha l'*angolo facciale* il più aperto, anzi tra le diverse razze umane esistono in questo riguardo delle differenze notevoli, essendochè ordinariamente

negli degli Europei s'apre sino ad 80° gradi (fig. 114), mentre invece nei Negri non oltrepassa i 70° (fig. 115); nelle di-

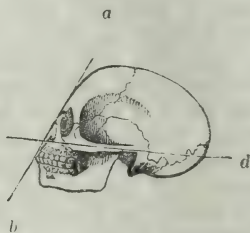



Fig. 114. Fig. 115.

verse razze di scimmie varia dei 65° ai 30° (fig. 116), e si chiude sempre maggiormente quanto più l'animale allontanandosi dall'uomo tiene un posto più basso nella serie de' mammiferi: così, per esempio, il fronte del cignale e del cavallo s'inclinano di tanto che le sporgenze del naso impediscono si possa condurre una linea retta dall'apice della mascella superiore al cranio, come può vedersi dalla qui unita figura (fig. 117): finalmente negli uccelli, nei rettili e

Fig. 116. *Testa di un Macaco.*

Fig. 117. *Testa di un Cignale.*

nei pesci, anche in allora che l'angolo facciale può essere misurato, lo si trova sempre più acuto di quello lo sia nella maggior parte di mammiferi.

Pare che gli antichi avessero già avvertite le relazioni decorrenti tra la maggiore o minore inclinazione della linea facciale e lo sviluppo delle facoltà intellettuali, e rite-

nessero la linea facciale rialzata come indizio di natura generosa; nelle figure dei loro eroi e dei loro numi la fecero protendere molto più di quello che lo si trovi in nessun uomo, ed anzi in alcune statue, come in quella di Giove Olimpico, la drizzarono sino a farla strapiombare in avanti.

Il volgo stesso ha l'abitudine di giudicare stupidi quegli uomini e quegli animali che hanno la fronte molto sfuggente od il muso molto allungato; e quando avviene che la linea facciale sporga all' innanzi per tali circostanze che non perciò s' aumenta la capacità del cranio, nullameno attribuiamo agli animali che presentano questa disposizione un' aria particolare d' intelligenza, e siamo tratti a vedere in essi delle doti che realmente non hanno. Tale è il caso dell' elefante e della civetta che hanno la fronte sporgentissima pel molto sviluppo delle cavità frontali; tutti sanno che gli antichi tennero la civetta come il simbolo della saggezza, ed il nome dato nell' India all' elefante indica che ebbe in retaggio la ragione; eppure lo sviluppo delle facoltà intellettuali dell' una o dell' altro non ha nulla di notevole.

Checchè ne sia, non si deve attribuire a queste condizioni una troppa importanza; perchè, tutto al più, servono a darci la misura approssimativa dello sviluppo del cervello, e sino ad ora nulla prova che l' estensione della facoltà intellettuale coincida collo sviluppo materiale di quell' organo

343. Abbiamo veduto che il cervello è la sede di molte funzioni ben distinte, e, prendendo ad esame il modo col quale le facoltà intellettuali ed affettive s' esercitano nelle diverse persone, presto si avvertirà che il maggiore o minore sviluppo delle une non sempre risponde ad un pari sviluppo in tutte le altre. Taluno distinto per un vivo amore istintivo verso i figli potrà difettare di facoltà intellettuali, ed altri fornito delle migliori attitudini per le scienze del calcolo mancherà fors' anco interamente di fantasia e di ingegno di osservazione.

Questa considerazione ed altri moltissimi fatti analoghi trassero alcuni filosofi a concludere che il cervello non sia un organo unico, tutte le parti del quale concorrono egualmente alla manifestazione dei fenomeni dell' istinto e della intelligenza, ma che la natura abbia introdotta nelle funzioni dell' encefalo la stessa divisione di lavoro che si nota negli altri apparati dell' economia animale, ogni volta che le facoltà di questi si perfezionano: e quindi pensarono che

le facoltà affettive resiedessero in una parte determinata del cervello, le facoltà intellettuali in un' altra, ed in breve che ogni genere di lavoro eseguito dal cervello consegua dall' azione di strumenti od organi peculiari, i quali tutti non sono che porzioni diverse della massa nervosa dell' encefalo.

Il sistema *frenologico* del dottore Gall fondasi interamente su questa ipotesi della localizzazione delle diverse funzioni dell' encefalo.

Gall era d' avviso che ogni singola funzione sia l' appannaggio di una determinata parte del cervello o del cervelletto, e che la loro attività più o men grande dipende pressochè tutta dal maggiore o minor sviluppo delle parti nelle quali risiedono. Siccome nell' uomo, ed in quasi tutti gli animali superiori, l' encefalo riempie l' intera cavità del cranio, e le pareti di questa scattola ossea s' informano in certa guisa su quella massa nervosa, di modo che si può giudicare del volume proporzionale delle varie parte del cervello dalla maggiore o minore sporgenza delle parti corrispondenti della testa; così, ammettendo come vere le supposizioni sopra annunciate, dall' ispezione del cranio credeva poter arguire le inclinazioni e le facoltà di ciascun individuo.

Si volle che queste ipotesi venissero comprovate dalle particolarità che si credette notare nella configurazione della testa degli uomini insigni per certe qualità dello spirito, o per la forza di alcune inclinazioni, e dalle differenze che si incontrano nella forma del cranio degli animali, le inclinazioni dei quali sono le più disparate. Ciò che abbiamo detto là dove si parlava della linea facciale, può applicarsi allo sviluppo più o meno notevole della parte anteriore del cervello, ed alla circostanza di un fronte depresso e sfuggente, che bastano per dare a qualunque testa un' aria di stupidità. Notisi inoltre che gli animali carnivori, i quali vivono di preda, e danno prove di maggior coraggio e ferocia, hanno il cranio più largo alle orecchie che non gli erbivori in generale miti e timidi. È vero altresì che la parte posteriore della testa, dove i frenologi collocano l' amore della progenitura, sembra più sviluppata nelle femmine di quasi tutti gli animali che ne' maschi, e tutti sanno che la tenerezza verso la prole è, senza eccezione, molto più viva nelle madri che nei padri.

Ma se talune delle supposizioni, sul complesso delle quali

si appoggia la frenologia, sembrano plausibili, altre mancano di base valida, ed anzi devono parere assurde a chi sia assuefatto all'analisi dei fenomeni dell'intelligenza. Così v' hanno dei frenologi che ammettono una particolare facoltà, per la quale possiamo valutare il peso dei corpi, un' altra che ci rende atti a giudicare della loro estensione, e via di seguito.

Del resto, come lo si è ripetuto più volte, non si conosce nessun fatto che valga a provare nel cervello l' esistenza di una simile divisione di lavoro; anzi alcune esperienze del signor Flourens ci moverebbero a dubitare del contrario.

Nello stato attuale della scienza non è poi possibile neppure di sospettare quali relazioni decorrano tra le facoltà istintive, così notevoli in certi animali e specialmente nei rosicchianti, negli uccelli e negli insetti, ed un modo qualunque di conformazione del sistema nervoso; come altresì è impossibile ammettere che nel castoro, nella rondine, in tutti i vertebrati dipendano dalla conformazione del cervello, giacchè il sistema nervoso delle api e delle formiche, che esse pure hanno quelle facoltà non meno sviluppate, differisce totalmente da quello delle specie superiori, non d' altro componendosi che di una schiera di gangli.

FINE DELLA PRIMA PARTE.

PARTE SECONDA

STRUTTURA

CLASSAZIONE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

DEGLI ANIMALI

NOZIONI

SULLA STRUTTURA, LA CLASSAZIONE E LA DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEGLI ANIMALI

RIFLESSIONI INTORNO AL PIANO GENERALE SUL QUALE SONO ARCHITETTATI

§ 344. Nella prima parte del Corso, studiando separatamente i diversi fenomeni che avvengono negli animali viventi, e gli organi dai quali sono prodotti, abbiamo analizzata ed in certo modo decomposta la vita, per indagare gli atti coi quali si manifesta, ed i loro stromenti; e così siamo giunti a conoscere le varie facoltà che la natura impartiva agli animali. Ma le nostre cognizioni sarebbero troppo incompiute quando, arrestandoci a questo punto, non cercassimo di conoscere come questi stromenti fisiologici così svariati si colleghino per comporre i singoli corpi: quindi ora ci occuperemo dell' assieme dell' organismo, prendendo ad esame il piano sul quale è architettato ciascun animale, ed indagando come la vita si modifichi in ognuno di essi.

§ 345. Le specie innumerevoli degli animali che abitano la superficie della terra, presentano una incalcolabile varietà di forme, e non è meno varia la diversità degli atti mediante i quali queste macchine animate manifestano la vita. Certune eseguiscono poche funzioni, e la loro attività fisiologica è ristretta in brevi confini; altre invece, essendo fornite di facoltà svariatissime, moltiplicano a dismisura le loro azioni; ad indicare la quale diversa natura degli ani-

mali spesso alcuni si dicono *superiori*, o più *perfetti* di altri. Così un pesce è più *perfetto* di un' ostrica, ed a lei *superiore*, perchè possiede un numero maggiore di attributi dell' animalità, e perchè le sue azioni sono meno uniformi; il pesce è poi meno perfetto di un cane, essendo che manifesta la vita con fenomeni anche più complessi; il cane infine alla sua volta è inferiore all' uomo, perchè l' uomo ha facoltà che mancano a quel quadrupede, ed esercita atti più svariati.

§ 346. **Della tendenza che hanno le funzioni a farsi locali, e della division di lavoro fisiologica.** — Pare che la natura, onde procedere al perfezionamento delle specie, abbia seguíto quello stesso principio della *divisione del lavoro* che tornò di tanto giovamento al progresso dell' industria umana.

Infatti, quando mettansi a confronto degli animali forniti di facoltà diverse per numero e per estensione, si scorge che la maggior perfezione delle funzioni coincide sempre colla maggiore localizzazione di esse facoltà; allorchè uno stesso stromento serve contemporaneamente a produrre fenomeni diversi, i suoi risultati fisiologici sono, per così dire, grossolani ed imperfetti; ed un organo adempie tanto meglio ai propri ufizj quanto sono più speciali e determinati. Ora un organo o strumento funziona sempre secondo l' intima sua natura, secondo il modo col quale è costruito, e secondo le altre qualità che gli sono inerenti; quindi quanto saranno più numerosi gli organi forniti di un diverso genere di attività, sarà anche maggiore il numero delle parti dissimili dell' economia, e la maggiore o minor complicazione degli atti e delle facoltà degli animali dovrà andare di pari passo colla naturale complicazione del loro organismo.

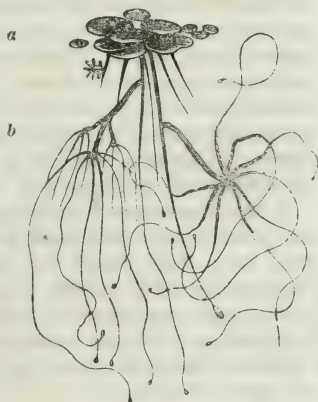
Pochi esempi basteranno a chiarire questa tendenza che ha la natura a dividere il lavoro fisiologico, onde ottenere risultamenti sempre più perfetti.

§ 347. Il corpo degli animali muniti di poche facoltà, e che vivono la vita più semplice, è quasi eguale per ogni dove; tutte le parti che lo compongono rassomigliano l'una all' altra, e, siccome dall' identità d' organismo consegue l' analogia delle azioni, così questi esseri potrebbero venir paragonati ad un' officina nella quale tutti gli operai attendono a lavori eguali; ciò che influirà sulla quantità delle produzioni, non sulla loro natura. Ogni parte di quel corpo

compie le stesse funzioni delle parti vicine, e l'intero individuo non fa nè più nè meno di quello che fanno le singole parti di esso. Ciò è tanto vero che taluni di quegli animali ponno essere fatti in pezzi senza che perciò sospendano i fenomeni vitali; ciascun brano continua a vivere, anzi eccitato dall' operazione che ebbe a subire, cresce in modo insolito, e presto dà origine ad un nuovo animale, simile nelle forme a quello da cui venne smembrato, egualmente perfetto nella sua specie, e che esercita le stesse funzioni e vive allo stesso modo.

Quegli esseri singolari, che i naturalisti dicono *pólipi d'acqua dolce* od *Idre* (fig. 118), e che trovansi sotto le foglioline di certe erbe le quali galleggiano nei fossi (le lenti d'acqua), presentano in fatti lo strano fenomeno di moltiplicarsi, anzichè di perire, quando vengono tagliati a pezzi. Il ginevrino Tremblay, che alla metà dello scorso secolo rendeva noto pel primo questo fatto meraviglioso, non solo ne tagliò alcuni pel lungo, o pel largo ed in ogni direzione, ma altri ne tritò minutamente; e ciò nullameno, ad onta quella moltissima suddivisione, ciascun briciolo continuò a vivere, e presto si reintegrò formando un individuo compiuto.

Fig. 118. *Idre* (1).

Per comprendere questo fenomeno, a tutta prima contradicente con quanto vediamo accadere negli animali superiori, sarà d'uopo esaminare l'organismo dei pólipi in discorso. La molta loro piccolezza impedisce che possano essere studiati ad occhio nudo, quando però si sottopongono

(1) Disegno di parecchie idre aderenti alle lenti acquatiche *a*: questi animali, come vedremo in seguito, non constano d'altro che di un tubetto gelatinoso aperto all'uno dei capi, dove gira una corona di fili detti *tentoni*, che adopera per portare i cibi nella cavità digestiva. Sul lato di uno di questi pólipi *b*, stanno due piccoli individui nati da poco, e presti a staccarsi dalla madre. — Alla fig. 2, § 41, vedesi disegnata un' idra ingrandita, onde mostrarne la struttura interiore.

al microscopio si vedono ovunque composti di una stessa materia, cioè di una massa gelatinosa, dentro la quale stanno disseminate delle fibrille e dei globetti, le une e gli altri minutissimi, e che non appalesa nessuna traccia di organi distinti. Ora, come già lo si ripeteva, l'identità di struttura suppone necessariamente identità d'azione e di facoltà: quindi tutte le parti del corpo di questi pólipi essendo fatte allo stesso modo, devono anche adempiere le medesime funzioni. Cadauna deve concorrere, come le restanti, a produrre quei fenomeni che tutti uniti costituiscono la vita, i quali fenomeni non verranno a sospendersi per la perdita di una o più di esse. Ciò avvenendo, e se ogni punto del corpo può sentire, muoversi, nutrirsi, e riprodurre un nuovo essere, è evidente che ciascuna parte, quantunque separata del tutto, e quando le altre circostanze non lo impediscano, potrà continuare a fungere gli stessi ufizj che esercitava precedentemente; quindi ogni frammento dell'animale non solo persevererà nell'esercizio degli atti che lo mantengono vivo, ma riprodurrà un nuovo individuo, e continuerà la propria schiatta a quel modo che ce lo mostrarono gli sperimenti di Tremblay.

§ 348. Però questa uniformità di struttura è particolare ad un piccolissimo numero di animali; e quanto più, salendo nella serie degli esseri, ci avviciniamo all'uomo, vediamo l'organismo farsi sempre più complesso: cadauna funzione, poscia ogni atto secondario delle diverse funzioni, diventano l'appannaggio di uno stromento apposito, ed il corpo dell'animale trovasi avere delle parti più o meno diverse fra loro.

Da prima uno stesso stromento sente, e si muove, ed assorbe dal di fuori le materie nutritive, e respira, e giova a conservare la specie; poi, mano mano che la macchina si perfeziona, s'accresce anche la divisione del lavoro fisiologico, e la vita dell'individuo risulta dal concorso di un numero sempre maggiore di organi svariati, ciascuno dei quali funziona in modo speciale.

Il primo grado di questa localizzazione dei fenomeni fisiologici lo si trova in certi animali che avendo un'organizzazione già un po' complessa, tuttavia presentano in tutta quanta la loro lunghezza una struttura analoga, cioè, che si compongono di diverse serie parallele di parti identiche; del qual fatto ci fornisce esempio il *lombrico terrestre*.

È questo un verme cilindrico e sottile che si nutre mediante una sequela di atti eseguiti da diversi istromenti, la qual funzione ha luogo principalmente dentro un sacco le cui pareti hanno proprietà speciali; è munito di un sistema di canali che distribuiscono le materie nutritive per tutto il corpo; ha un apparato apposito per percepire le impressioni e determinare i movimenti; infine possiede degli stromenti adatti unicamente alla locomozione. Parrebbe quindi impossibile che si possa tagliarlo in diverse direzioni, come i pólipi, senza che avvenga la morte dell' individuo. Ma riflettendo alla disposizione di quei diversi apparati, ognuno dei quali concorre con modi diversi a mantenerlo vivo, può notarsi che essi tutti si stendono uniformi dall' uno all' altro capo del corpo, e quindi che ciascun segmento transversale dell' animale differisce poco o punto dagli altri, e, sino ad un certo grado, ripete l' intero animale, contenendo tutti gli organi, l' opera dei quali è necessaria al moto vitale. Ciò avvertito è facile il comprendere come si possa staccare dal complesso un certo numero di segmenti senza che perciò l' individuo perda delle sue facoltà. Ed in fatti ciascuno dei frammenti di un lombrico tagliato per traverso in due, tre, venti brani, seguita a vivere come l' individuo dal quale venne rescisso, e presto ne compie uno novello.

Sottoponendo ad esame altri esseri dotati di una vita meno semplice, questi non si scorgono più così semplici nella distribuzione dei loro organi, quindi riesce impossibile lederli un po' profondamente senza distruggere qualche parte divenuta sede speciale di dati fenomeni , e senza privarli di una o più facoltà. Non si potrà mai dividerli in modo che esistano in ogni frammento tutti gli stromenti necessari a conservarli vivi, sempre ne morirà od una parte od un' altra, anzi spesso quelle mutilazioni li distruggeranno interamente. A condizioni d' altronde pari quelle lesioni saranno tanto più gravi quanto più le funzioni saranno localizzate, e le conseguenze di esse ferite staranno in ragione inversa della capacità che avranno le parti rimase di supplire alle parti esportate.

§ 349. Quanto si disse intorno alla localizzazione delle grandi funzioni può anche riferirsi ai diversi atti concorrenti nella produzione di quei fenomeni. Così nel pólipo,

di cui già prima si discorreva, non pare esista nessun organo particolarmente incaricato di produrre i movimenti, e nessun stromento speciale per esercitarne la sensibilità; invece gli animali superiori si movono per opera esclusiva dei muscoli, e sentono mediante il solo sistema nervoso. Nei vermi i muscoli giocano il più spesso uniformemente in tutte le regioni del corpo, ed il sistema nervoso si compone di una schiera di gangli, che tutti sentono e dan luogo ai movimenti volontari. Ma in pressochè tutti gli insetti si nota già una molta maggior divisione di lavoro nelle funzioni di questo apparato, perchè le facoltà di determinare i movimenti volontari e di ricevere le sensazioni si concentrano in certi gangli posti nel capo; in essi moltiplicansi altresì i modi di sensibilità, e compajono degli organi speciali per soddisfare ai modi di esecuzione coi quali hanno veramente luogo la vista, l' udito, ecc. Infine abbiamo già notato come nelle specie più vicine all' uomo, il sistema nervoso si complica molto maggiormente, e di tal fatta che a ciascuna delle parti che lo costituiscono, incombe un ofizio speciale (§§ 198-204, e § 255). Se non ci trattenesse il timore di estenderci di troppo in questo argomento potremmo mostrare come in ogni singolo apparato dell' economia, ed a cagion d' esempio, negli organi del moto, od in quelli della digestione, o nell' apparato della circolazione, esista una pari coincidenza tra la divisione di lavoro fisiologica e la perfezione sempre crescente delle funzioni; confidiamo però aver già detto a sufficienza per mostrare quanto in natura sia generale questa tendenza.

§ 350. **Trasformazioni organiche e tendenza all' uniformità di composizione.** — V' ha dunque moltissima differenza tra animale ed animale in quanto alla semplicità od alla complicazione della loro struttura; giacchè alcuni sono forniti di gran numero di stromenti che mancano agli altri, ed a circostanze in tutto il resto eguali, l' assieme di un organismo è tanto più perfetto, quanto sono più svariate le parti che entrano a comporlo. Talvolta questa complicazione di struttura dipende dalla creazione di organi veramente nuovi, che, per così dire, accedono alle parti preesistenti in animali meno favoriti dalla natura; altre volte invece la si effettua con mezzi molto più semplici, e, ci venga permessa la frase, molto più economici. Così la

localizzazione delle funzioni spessissimo ha luogo per semplice modificazione del modo col quale le parti trovavansi disposte in animali meno perfetti; mediante la quale modificazione quegli stromenti si fanno adatti ad eseguire particolarmente uno od altro lavoro, molto meglio di quando dapprima erano architettati in maniera da prender parte anche ad altre funzioni. Come esempio di questo processo dello specializzarsi degli organi citeremo le naturali differenze che si notano nella struttura dei membri di parecchie specie affini ai gamberi, e che spettano anch' esse alla classe dei Crostacei. I membri della regione cefalica e toracica delle *Limula* o granchi delle Molucche (fig. 119) circondano imme-

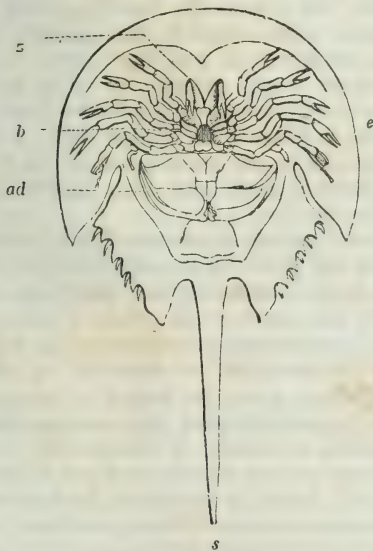



Fig. 119. *Limula* (1).

(1) L' animale è rovesciato sul dorso, — *b* la bocca, — *z* le zampe, che alla base funzionano come mascelle, — *ad* appendici addominali, che portano le branchie — *s* stilo caudale.

diatamente la bocca, e sono così architettati da servire e come zampe alla locomozione, e coll'estremità libera come stromenti di prensione, e colla base come mascelle; ma è facile prevedere che per necessaria conseguenza di tanta moltiplicità di incombenze ciascuna parte riesce meno propria all'uso di quello lo sarebbe se fosse destinata ad un ufizio speciale, quindi sono povere zampe, e mascelle troppo incomode. Invece negli animali della stessa classe che soprastanno alle limule, queste funzioni non vengono più eseguite da uno stesso stromento, ma spettano ad organi appositi, i quali in ultima analisi sono quei medesimi membri, modificati per modo da riuscire esclusivamente adatti od a masticare, od a prendere i cibi, od a portare l'individuo. In fatti preso ad esame un gambero (fig 120) si vedrà che i membri più vicini alla bocca, sgravati d'ogni altro oficio, divennero organi speciali alla masticazione; un altro pajo di quei membri non può più servire nè come stromento locomotore, nè per dividere gli alimenti, ma vale soltanto a prenderli ed avvicinarli alla bocca. Nella stessa serie degli stromenti di locomozione ponno distinguersi quelli che agiscono come zampe per trasportare da un luogo all'altro animale sul terreno, dagli altri che, foggiati a remo, funzionano nell'acqua.

Questa stessa tendenza ad adattare una medesima parte dell'economia ad usi differenti secondo i bisogni dell'animale, piuttosto che a creare in ogni specie delle parti affatto nuove, emerge altresì dal confronto di specie destinate a vivere in modi diversi. Ci avvenne già di scontrarne degli esempi notevoli studiando la conformazione dei membri dei vertebrati, perchè allora abbiam visto che una loro parte, per esempio un membro, modificandosi più o meno, può dare origine ora al piede, stromento di ambulazione, ora alla mano, ora ad una natatoja, ora ad un'ala (Vedi § 290), ecc.

Parlando degli insetti ci occorrerà di designare dei fatti simili e non meno curiosi, che ora passiamo sotto silenzio per ragione di brevità; aggiungeremo solo che gli anatomici dicono *analoghe* quelle parti le quali, quantunque diverse per la forma e negli usi, però sembrano conseguire da semplici modificazioni di ciò che potrebbe aversi come uno stesso elemento anatomico.

§ 351. La natura in generale muta l'organismo degli ani-

nali procedendo per semplice trasformazione; e par quasi
oglia ottenere la maggior possibile varietà ne' suoi pro-

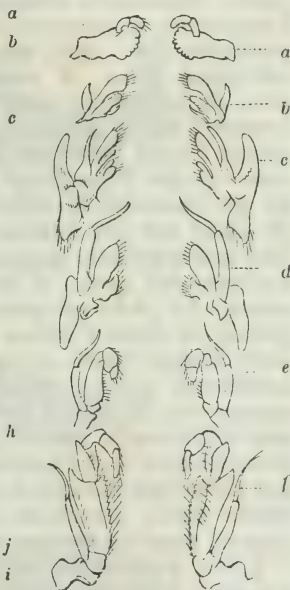



Fig. 120. *Gambero* (1). Fig. 121. *Apparato masticatore* (2).

otti adoperandovi materiali essenzialmente meno diver-
, e ricorrendo alla creazione di parti veramente nuove

(1) Fig. 120. Un gambero guardato pel disotto; — *a* primo pajo di
ntenne; — *b* secondo pajo; — *c* gli occhi; — *d* tubercolo dell' udito; —
zampe-mascelle esteriori; — *f* primo pajo delle zampe toraciche; — *g*
uinto pajo delle stesse; — *h* false zampe toraciche; — *i* natatoje cau-
ali; — *j* ano.

(2) Fig. 121. I sei paja di membri che compongono l' apparato mastica-
re dei gamberi, disegnati separatamente; — *a* mandibole; — *b c* primo
secondo pajo di mascelle; — *g e f* i tre paja di mascelle sussidiarie o
mpe-mascelle.

solo dopo ch'ebbe esaurite le combinazioni possibili di quelle già esistenti in altri organismi. Studiando comparativamente la struttura dei diversi animali, si vede questa tendenza intimamente collegata coll'altra che essi hanno *all'uniformità di composizione organica.* Sarebbe assurdo il pretendere che tutti questi esseri sieno architettati su uno stesso piano, e costrutti colle stesse materie; ma, presi gli animali più complessi come punti di raffronto, può avvertirsi che le specie ad essi inferiori comunemente ne ripetono i tratti principali, e riescono più semplici e diverse sia per l'avvenuta trasformazione di parti analoghe, sia per mancanza di talune parti, sia infine per l'esistenza di organi che non s'incontrano più nelle specie superiori. Così nell'organismo generale di una rana, che pure differisce tanto dall'uomo, si ponno ravvisare le tracce fondamentali del piano sul quale questi è architettato. Quando si prenda ad esame l'intero Regno animale è difficile riconoscere ovunque queste analogie di un piano generale, ma circoscrivendo sempre più il campo delle osservazioni, presto emerge che, ad onta il loro numero grandissimo e la infinita moltiformità, tutte le specie ponno ragguagliarsi ad un breve numero di *tipi* principali. Laddove ci intratterremo tra non molto delle classazioni zoologiche, forniremo le prove di questa verità, essendochè le prime spartizioni del Regno animale poggiano precisamente su questi tipi generali.

§ 352. Progredendo nell'esame comparativo dei caratteri pei quali le diverse specie differiscono le une dalle altre, emerge altresì che la natura va preparando gradualmente quelle modificazioni organiche appena debbano riescire di qualche entità, cioè che la transizione da un piano organico ad un altro non è repentina, ma che i tipi diversi si connettono per gradi intermedj; la quale tendenza è spesso indicata colle parole: *natura non facit saltum.*

Ci tornerebbe facilissimo il moltiplicare gli esempi di questa legge; a noi però basteranno poche citazioni onde i giovani lettori intendano chiaro per quali vincoli naturali gli esseri si legano reciprocamente. Il carpione e la lucertola ci presentano due piani di organizzazione molto diversi, differendo in modo notevole e nelle forme generali del corpo, e nelle costumanze, e nel modo col quale respirano, e nella foggia e posizione dell'apparato di circo-

lazione, e per altre condizioni non meno gravi; ma le salamandre, gli axalots (fig. 122), i lepidosiren (fig. 123), ed

Fig. 122. *Axalots.*

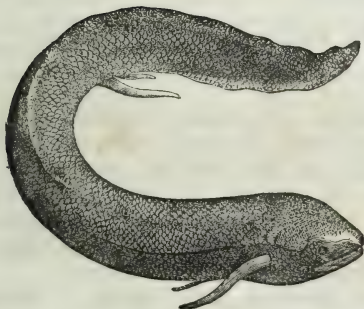



Fig. 123. *Lepidosiren.*

altre simili specie, fornendo esempi di organismi intermedj a quei due tipi, gettano tra l'uno e l'altro una scala di transizione così graduata che spesso torna difficile il giudicare se un animale spetti ai rettili od ai pesci. Simili trapassi da una ad altra forma non s'incontrano soltanto quando si raffrontino animali diversi; ma spesso avviene di scorgerli in uno stesso individuo, secondo i gradi di svolgimento che subisce crescendo in età. Così la rana appena nata ha tutti i caratteri essenziali dei pesci, poi li muta gradatamente

per assumere le forme proprie ai rettili (fig. 124 a 128). Ora questi stadii di transizione di uno stesso individuo somi-

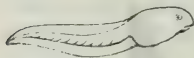
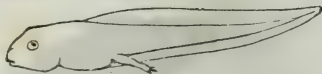



Fig. 124. Fig. 125.

Fig. 126. Fig. 127. Fig. 128.

Fig. 124-128. *Metamorfosi di una rana.*

gliano di frequente allo stadio permanente di altre specie, e quindi lo studio di simili evoluzioni zoologiche non solo ci è scorta ad una migliore conoscenza delle affinità decorrenti fra animali che pure hanno forme diversissime, ma ha un valore filosofico molto maggiore, perchè pare sveli i processi che l'Autore della natura seguiva creando le moltiplici produzioni del Regno animale.

§ 353. Questa tendenza della natura a mutare gradatamente il piano architettonico degli esseri emerge talvolta patentissima; infatti v'hanno moltissimi animali che costituiscono una maniera di serie, o di catena non interrotta, nella quale, quantunque si semplifichi o si complichi o si modifichi la struttura delle specie che entrano a comporla, onde adattarsi ai singoli loro bisogni, pure ciascuna conserva tale fisonomia che le dà un marchio di parentado con una o più specie vicine. Altre volte però trovansi in queste serie delle lacune, sì che la connessione fra due tipi rimane interrotta. Infatti confrontando gli uccelli agli altri vertebrati, cioè ai mammiferi, ai rettili, od ai pesci, essi pajono quasi isolati, non presentando gradi di transizione colle altre classi del Regno animale. Però in tutti i casi ponno avvertirsi

delle tracce di forme intermedie, e la larghezza dell'*hiatus*, è dovuta piuttosto alla scomparsa di qualcuna di quelle specie che alla loro mancanza nel piano generale della creazione: come ce lo prova la paleontologia zoologica, cioè lo studio degli avanzi fossili delle specie animali che da tempi remotissimi sparvero dalla superficie del globo.

Alcuni naturalisti opinarono che queste modificazioni graduali dell'organismo avvengano sempre in una sola linea, e che tutto il Regno animale formi un'unica schiera, la quale movendo dalla monade più semplice giunge all'uomo. Quindi tentarono di comporre una catena, o *scala zoologica* in cui ogni essere trovasse posto a norma delle sue affinità organiche e della struttura che possiede più o meno perfetta; fatica che riescì vana, perchè gli animali non formano una serie unica, ma si schierano in parecchie linee ora parallele tra loro, ora divergenti, ora prolungate per gradi diversi. Anzi più torna impossibile di allineare gli animali spettanti ad un'unica serie secondo la struttura loro più o meno complessa e perfetta, essendo che ora si perfeziona un organo, ora un altro, ed una specie superiore ad un'altra nei rapporti delle funzioni di nutrizione, può sottostarle, per esempio, e di molto, in quanto spetta gli stromenti locomotori. È bensì vero che spingendo le indagini nel Regno animale, dalla spugna o dalla monade animata all'uomo, si avverte una complicazione sempre maggiore, e che, per esempio, i molluschi si notano più perfetti dei zoofiti testè ricordati, quindi superiori ad essi, i pesci superiori ai molluschi, i rettili ai pesci, ed a quest'ultimi gli uccelli; e che infine si vedono cedere tutti di lunga mano ai mammiferi; ma questa graduazione non esiste in fatti se non tra quegli animali che ponno aversi come tipo d'ogni singolo gruppo, giacchè spesso talune specie di un gruppo inferiore hanno una struttura più complessa, e migliori facoltà di quelle possedute dalle specie infime di un gruppo, i principali rappresentanti del quale sono forniti di un organismo più ricco di quello proprio alla comune delle prime. Così certi pesci, quali le lamprede, per molte condizioni sono inferiori a certi molluschi, come sarebbero i polpi; ma questi casi devono aversi come eccezionali, e quando s'imprende a delineare a grandi tratti il quadro della natura vanno trasandati, nello stesso odo che non si tiene conto delle piccole ineguaglianze del terreno, allorchè si vuol rilevare la forma complessiva e

generale di una catena di monti. A questo allineamento degli animali mettono più gravi ostacoli le diversità conseguenti delle diverse direzioni che la natura segue perfezionando gradatamente i singoli tipi; così gli insetti non ponno allogarsi nè prima, nè dopo i molluschi senza ledere qualcuna delle loro affinità zoologiche più importanti. Quando si volessero esporre figurativamente le relazioni naturali degli animali, ed i diversi gradi di perfezione dei singoli organismi, il loro Regno non potrebbe già rassomigliarsi ad una scala, ma piuttosto ad un fiume che, scarso alla fonte, progredendo, a poco a poco s'ingrossa, e non mena tutte le acque in un unico letto, ma spesso le spartisce in canali più o meno numerosi, i quali ora si riuniscono, dopo corso un tratto di via più o meno lungo, ora continuano divisi, talvolta anche si perdono nelle sabbie, o per iscomparire per sempre, o per ricomparire a qualche distanza, e tender verso la meta comune.

§ 354. **Affinità naturali ed analogie di struttura.** — Così la tendenza della natura a conservare un unico piano generale fra le indefinibili modificazioni di struttura degli animali ferma tra questi esseri quella specie di parentado pel quale molti fra essi trovansi in stretta colleganza; parentado che i zoologi dicono *affinità naturali.* Queste affinità poi saranno tanto più intime quanta sarà minore l'importanza fisiologica degli organi pei quali le specie differiscono tra loro, trovandosi allora tanto meno lontane dal piano generale di organismo. Il leone, il tigre, il gatto sono molto affini, perchè, meno qualche particolare di importanza secondaria, sono costrutti allo stesso modo; il cane conserva molta analogia col leone, perchè le mutazioni avvenute nel piano organico dell'uno e dell'altro non sono che leggieri; invece le affinità naturali fra il leone ed il pesce-cane sono poche, ed essi trovansi in tutto diversi, meno però in quella disposizione delle parti loro che caratterizza il tipo dei vertebrati; infine può dirsi che tra un pesce ed un'ostrica non corre nessuna affinità, essendo architettati su due piani essenzialmente diversi.

§ 355. Ma negli animali non si notano soltanto queste somiglianze fondamentali più o meno intime, avvenendo spesso che esseri spettanti a tipi diversi presentino delle modificazioni di uno stesso ordine. Il qual genere di somiglianze, che per l'ordinario si dicono *analogie*, e non emerge dall'es-

senza delle cose, ma soltanto del modo col quale certi organi si adattano agli usi ai quali sono destinati, non deve confondersi colle affinità naturali; infatti queste fondansi sulla identità più o meno compiuta del tipo, le analogie invece sulla somiglianza dei particolari. Così quantunque la nottola (fig. 89), il pterodattilo ed il dattilottero (fig. 87) non abbiano fra loro nessuna affinità zoologica, spettando il primo al tipo de' mammiferi, il secondo a quello dei rettili, il terzo all'altro dei pesci, cionnullameno devono dirsi analoghi essendo tutti e tre conformati al volo, e perchè a quest'uopo hanno ali membranose tese su delle maniere di diti. A questo modo ponno emergere, tra animali che spettano a tipi diversissimi, delle analogie stranissime, ed anzi confrontando i diversi gruppi zoologici pare quasi d'intravedere nella natura una certa tendenza a sottomettere ogni tipo ad una serie di modificazioni analoghe. Infatti i tipi organici degli insetti, degli aracnidi, e dei crostacei si modificano allo stesso modo, secondo che la specie deve nutrirsi di alimenti solidi, o vivere parassita succhiando gli umori di un altro essere.

§ 356. **Armonie organiche.** — Fra le indefinibili variazioni di forme e di struttura che ci offrono gli animali, notasi una certa armonia generale, la quale pare regga tutte le parti di questa vasta creazione; e quando, stringendo sempre più il campo delle osservazioni, non più si guardi il regno animale nel suo assieme, ma si studii il complesso delle parti che riunite compongono ogni singolo essere, si scorgono sempre più manifesti gli indizj dell'esistenza di un principio coordinatore. Infatti il corpo di un animale non risulta mai dall'accozzamento fortuito di organi disparati, ma tutte le parti che entrano a comporlo, dipendono, più o meno intimamente, l'una dalle altre; sì che v'ha un'armonia perenne tra la forma propria ad ogni singolo stromento e l'assieme dell'organismo. Talvolta queste armonie di struttura sono così patenti, che dalla conoscenza di un solo organo può arguirsi la struttura di tutto il corpo al quale spettava, e dedursene quasi intera la storia, siccome conseguenza necessaria di tale e tal altro particolare organico. Così dalla sola ispezione del dente che abbiamo sott'occhio, possiamo asserire che esso appartenne ad un animale avente un'impalcatura ossea, destinata a sorreggerlo unitamente a tutte le parti restanti del corpo; se aveva uno scheletro interno non poteva mancare

dell' asse cerebro-spinale, perchè quello protegge sempre quest' ultimo organo; perciò solo che possedeva questo dente doveva necessariamente avere il cervello, il cervelletto, il midollo spinale e moltissimi nervi; il qual cervello ed i quali nervi suppongono alla loro volta l'esistenza di organi sensili, adatti a mettere l'animale in relazione col mondo esteriore; vista poi la struttura di questo dente si può dedurne che spettava ad una specie fornita di un sistema di circolazione perfetto e di ossa sviluppate in modo da offrire delle celle profonde intorno ai germi dentali, condizioni speciali a certi quadrupedi; anzi si può affermare che questo quadrupede era mammifero. La forma di esso dente ci rivela che era destinato a tagliare delle carni, quindi quel quadrupede doveva essere carnivoro; ma per digerire la carne gli era d'uopo avere lo stomaco e gli intestini conformati in data maniera, e gli organi di locomozione e di prensione adatti ad afferrare la preda. Proseguendo in simile guisa, di deduzione in deduzione, si giunge a determinare i principali caratteri dell' animale; ed i rapporti decorrenti tra le diverse parti dell' organismo sono così assoluti, che possiamo esser certi che non mancheranno mai anche in quei casi nei quali ci rimangono ignote le ragioni di essi, quindi possiamo servircene, diremmo empiricamente, per compiere la storia dell' essere che togliamo a studiare. A questo modo vediamo di frequente tradursi quasi in segni esteriori le forme degli organi più profondi, ed indagando in tal maniera gli avanzi delle ossa sepolte nei diversi strati che compongono la superficie del globo, si è giunti a conoscere le forme di un numero grandissimo di specie distrutte ed interamente scomparse molto prima che l' uomo venisse ad abitarlo. Cuvier giunse il primo a ricomporre gli animali perduti; ciò che forma uno dei migliori vanti di quel celebre naturalista.

Fig. 129. *Dente ferino di un Leone.*

§ 557. Studiando l'armonia organica che regge la struttura di ogni singolo animale, presto si è fatti accorti di una nuova legge e non meno importante, vogliam dire della legge di *subordinazione dei caratteri*. Dalla quale emerge che non tutte le parti dell'economia hanno lo stesso valore; e che certi organi

ponno variare di molto senza che per ciò si muti il resto del corpo, mentre all'incontro ve ne hanno di quelli dalle modificazioni dei quali conseguono sempre delle variazioni corrispondenti nel piano generale dell'animale, e che sembrano trar seco e quasi imporre quelle mutazioni. Gli *organi dominatori* hanno sempre una molta importanza fisiologica, e la loro struttura è tanto più costante quanta è maggiore la loro influenza sull'organismo; dunque l'anatomico trova in certo modo la misura del valore che un organo ha in una od in altra classe degli animali, nel fatto della maggior costanza o della mutabilità de' suoi caratteri; e la sua volta il zoologo dovrà seguire la norma del grado d'importanza fisiologica degli organi per isceglierе quelli le variazioni delle quali potranno fargli conoscere le modificazioni che la natura apporta nel piano generale degli esseri.

§ 358. Quando l'indole di questi elementi non ci forzasse ad esser brevi, di buon grado ci saremmo dilungati in alcuni particolari sulla natura delle differenze e delle simiglianze che gli animali hanno tra loro, perchè ciò facendo avremmo potuti indicare altri principj che essi pure concorrono a dar regola a questa parte del creato; così, per esempio, i fatti ci avrebbero mostrato come la tendenza alla ripetizione influisca sulla struttura degli animali, dando ciascuno di essi origine ad un certo numero di parti similari ossia analoghe; come ordinariamente *il principio delle connessioni* assegni il posto che ogni organo deve tenere nell'assieme della macchina animale, sì che spesso possiamo indovinare come si semplificherà od andrà crescendo; come per la *tendenza che ha l'organismo a compensarsi* (conosciuta col nome di *tendance au balancement organique*, impostogli da Geoffroy Saint-Hilaire, che per il primo scopriva questa legge), pare che d'ordinario certe parti dell'economia rimangono più o meno imperfette quando altre parti ricevono un grande sviluppo, lasciando quasi supporre che le forze vitali dell'animale non possano dirigere tutta la loro efficacia in un punto dell'organismo e spingerlo a grande sviluppo, senza, diremmo, ritirarsi dalle altre; per le quali considerazioni non meno notevoli che utili avremmo potuto attingere, come a fonte ricchissima, alle opere dell'illustre naturalista testè nominato, e da non molti anni mancato alle scienze. Ma essendo impediti per difetto di spazio ci basti d'aver dimostrato, come lo speriamo,

che la natura nelle sue creazioni procede con *regola* e *misura*; che il regno animale non è già un accozzamento fortuito di esseri disparati, come lo si potrebbe credere a primo aspetto, ma che all'occhio attento dell'osservatore si svolge quasi tela vastissima, in cui tutte le parti legansi reciprocamente ed armonizzano tra loro; infine che le leggi zoologiche, quali le abbiamo potute intravedere, non sono meno semplici di quello che sieno generali.

CLASSAZIONI ZOOLOGICHE.

§ 359. **Scopo e natura delle classazioni zoologiche**. — Ogni qual volta l'uomo volge l'attenzione su moltissimi oggetti, è tratto naturalmente ad aggrupparli nella sua mente, ed a rappresentare quei gruppi con qualche segni o con un nome; la qual tendenza a *classare* è una tra le doti più notevoli della nostra intelligenza, e giova efficacemente ad agevolarne l'esercizio. Per essa possiamo alzarci dall'osservazione dei casi peculiari alle considerazioni generali, avvertire prontamente i rapporti esistenti tra le cose, e farci delle idee astratte; quindi si sveglia tosto che le nostre facoltà cominciano ad agire, ed influisce a quel modo in tutte le operazioni del nostro spirito. Quando il fanciullo, che impara contemporaneamente a pensare ed a parlare, balbetta lo stesso nome per indicare tanto il padre che gli altri uomini, i quali però non confonde con esso, obbidisce a questa che potrebbe dirsi tendenza istruttiva; oltre la metà dei vocaboli della lingua più volgare rappresenta dei gruppi di idee o di cose, conseguenti dal modo col quale le abbiamo associate nel nostro spirito. Una simile disposizione a *classare* non è meno evidente nelle più alte operazioni della mente, perchè tutte le scienze tanto morali che fisiche fondansi non meno sulla classazione che sull'osservazione dei fenomeni.

Questo bisogno di ravvicinare nel nostro spirito le cose che si rassomigliano sotto qualche aspetto, e di dare un rappresentante ideale a cadaun gruppo che ne risulta, è in certo modo la prima origine di qualsiasi classazione, e si ma-

nifesta in qualunque studio, ma principalmente in quelli che intraprendiamo per conoscere il mondo materiale di cui facciamo parte. Infatti questi ravvicinamenti e queste astrazioni sono tanto più necessarie quanto è maggiore il numero degli oggetti che devono essere considerati, e la copia dei corpi che ci stanno d' intorno è tale che se pretendessimo conoscerli tutti individualmente dovremmo spendervi un tempo incalcolabile. Quindi per averne un' idea il naturalista deve aggrupparli e rappresentare ogni gruppo con un tipo astratto. Ciò che d' altronde facciamo tutti, e sempre quando parliamo in generale di un uomo, di un cavallo, di una quercia, perchè allora raccogliamo idealmente un numero indefinito di esseri che non sono identici, ma si rassomigliano più o meno, e, fatta astrazione delle differenze individuali, diamo a cadauno di questi gruppi un rappresentante, ed a questi rappresentanti un nome, quali sarebbero quelli di *quercia* o di *cavallo*. Ma questo primo passo a classare gli esseri non basta neppure agli spiriti più volgari, ed appena l'uomo osserva ciò che gli sta d'intorno, raccoglie in tipi comuni esseri molto più diversi, e che non pertanto s'assomigliano in quelle circostanze che lo colpirono maggiormente; così molte genti rappresentano col nome di *uccelli*, o con altro equivalente, una classe numerosissima di esseri diversi, e cogli altri di *animali* o di *piante* degli assembramenti anche più numerosi ed eterogenei.

Spinti così dalla tendenza che ha il nostro spirito di generalizzare le idee, veniamo tratti a comporre coi corpi naturali dei gruppi più o meno vasti, ed a distinguerne ciascuno con nome apposito. Anzi troviamo che fino dalla più remota antichità furono spartiti nei tre Regni che si dissero *minerale*, *vegetale* ed *animale*, e che si parlò in modo astratto dei pesci, dei rettili, ecc., quantunque si fosse già imposto un nome proprio ad ogni singola specie.

§ 360. Per lunga pezza di tempo i naturalisti non spinsero più oltre l'arte delle classazioni; ma quando le scienze allargarono i loro confini, nacque il bisogno di attribuire una più esatta definizione a ciascun nome in esse adoperato. Infatti le nozioni acquisite non potrebbero essere trasmesse ad altrui quando non vi fosse modo a distinguere gli oggetti che si studiano, e farli conoscere con certezza; senza queste condizioni la scienza rimarrebbe impossibile. Ora per adempirle non basta dare un nome

particolare ad ogni oggetto che si considera, ma bisogna definire ciascun nome in maniera che se ne possa sempre conoscerne il valore preciso, e sempre applicarlo esattamente. Quindi per scrivere la storia degli animali non basta redigere l'inventario di tutte le specie coi loro singoli nomi, ma è d'uopo indicare i caratteri proprj a controdistinguerne ciascuna.

Inoltre quei caratteri devono scegliersi in modo che sieno sempre applicabili; bisogna, cioè, che si trovino negli stessi animali. Al quale requisito male risponderebbero quando venissero desunti da proprietà od abitudini momentanee e fuggitive: ed è chiaro che si dovranno cercare nella stessa struttura organica quei tratti che valgono meglio a farceli riconoscere ovunque gli incontreremo.

Ma nessun animale può essere distinto dietro un solo particolare della sua struttura, giacchè i caratteri pei quali differiscono dagli uni sono ad essi comuni con altri, e l'unico modo di stabilirne le differenze è quello di scegliere diversi caratteri che si trovano concomitanti soltanto in una specie. Quanto sarà maggiore il numero degli oggetti che importa distinguere, farà pur d'uopo accumularne un numero sempre maggiore; siccome poi il numero degli animali è indefinibile, così per distinguere uno di questi esseri da tutti gli altri bisognerebbe averne presente quasi intera la descrizione.

Ora non v'ha memoria, per quanto tenace, la quale possa bastare a tanto sforzo; e se non si possedesse il modo di appianare questa parte dello studio, la storia naturale rimarrebbe perennemente all'infanzia. Una molta parte di questi ostacoli la si toglie dividendo e suddividendo gli animali, e stabilendo delle partizioni che vengono esse pure *nominate* e *caratterizzate;* così procedendo, col sussidio di un piccolo numero di tratti e di alcuni nomi si può circoscrivere il campo pei confronti, in modo che per riconoscere l'oggetto che ci occupa, non si abbia più che a distinguerlo da quelli dai quali differisce di poco.

Tale infatti è il processo adottato dai naturalisti. Il Regno animale vien prima diviso in un certo numero di gruppi superiori, caratterizzati da certi particolari di struttura; poi si sottodivide, e si caratterizza ciascuno di questi gruppi come si fece pei secondari già prima stabiliti; questi ultimi si scompartono alla loro volta, e via di seguito si vanno moltiplicando successivamente le sezioni a seconda i bisogni, finchè

non restino nello stesso gruppo che individui della medesima specie.

Il quale edifizio metodico, architettato in modo che gli scompartimenti inferiori trovansi contenuti nei superiori, dai naturalisti vien detto una *classazione*. E riesce una maniera di inventario ragionato, nel quale tutti gli esseri si allogano con un dato ordine, e si coordinano in gruppi riconoscibili per certi determinati caratteri, e che alla loro volta fanno parte di altri gruppi di maggiore entità.

§ 561. È facile comprendere a drittura il vantaggio pratico di questi artifizj. Se a chi porta una lettera si indicasse soltanto la persona alla quale è diretta, gli riuscirebbe pressochè impossibile di recapitarla; invece quella missione riesce facilissima perchè sull'indirizzo stesso della lettera stanno inscritti prima il paese, poi, successivamente, la provincia, la città, il quartiere, la strada, la casa ed in ultimo il piano dove essa alloggia. Ora il naturalista procede in modo eguale; quando per riconoscere un animale prendesse a confrontarlo colle descrizioni di tutte le specie conosciute, s'accingerebbe ad un immenso lavoro e penosissimo; invece giovato delle classazioni zoologiche presto ottiene il suo intento bastandogli di determinare da prima a qual grande divisione spetta la specie della quale vuol conoscere il nome, poi a qual gruppo secondario, a qual suddivisione di questo gruppo, e così via di seguito, stringendo sempre più il cerchio delle comparazioni. Se, per esempio, si pone a definire la parola *lepre* senza valersi di simili mezzi, gli sarà duopo di intraprendere una lunga enumerazione dei caratteri di quell'animale, indi, per applicarla, istituire un confronto tra la descrizione così tracciata, e quelle di oltre a centomila animali diversi. Invece dicendo che il *lepre* è un animale *vertebrato*, della classe dei *mammiferi*, dell'ordine dei *rosicchianti*, del genere *lepus*, per la prima di queste parole, della quale conosciamo già la definizione, presto si avvertirà che non può essere nè un insetto, nè un mollusco, nè un altro qualsiasi animale privo di scheletro interiore; pel secondo si troveranno esclusi dal confronto tutti i pesci, i rettili, e gli uccelli; mediante il terzo il lepre verrà tosto separato dai nove decimi dei mammiferi; e quando si è giunti a conoscere il genere al quale spetta quell'animale, non si avrà più che a metterlo in confronto

con un breve numero di altre specie dalle quali differisce per alcuni tratti più o meno avvertibili, sì che basterà paragonare pochissime frasi. Nell'uno e nell'altro di questi due casi si incontrano presso a poco le stesse diversità che si proverebbero cercando un soldato in un esercito le file del quale sieno sbandate, od in campo schierato dove ogni divisione, ogni brigata, ogni compagnia, trovansi in un posto fisso e munite di un segno distintivo.

§ 362. **Delle classazioni artificiali e delle classazioni naturali.** — V'hanno due maniere di classazioni zoologiche, come in generale avviene di tutte le classazioni; le une cioè arbitrarie, le altre dedotte dalla natura stessa degli oggetti classati, e dalla maggiore o minore somiglianza che hanno fra loro. Le quali prime diconsi *classazioni artificiali*, le seconde *naturali*.

Per dare un' idea di questi due modi di classazioni basterà rammentare un esempio già noto a tutti i lettori. Le parole di una lingua sono classate artificialmente quando sono disposte per alfabeto, cioè secondo le loro iniziali, come è nei vocabolari: invece trovansi coordinate con un metodo naturale allorchè vennero grammaticalmente riunite in sostantivi, verbi, aggettivi, ecc.

Gli scompartimenti delle classazioni zoologiche *artificiali* si fondano sulle modificazioni che presentano certe parti del corpo scelte a caso; invece nelle *naturali* si tien conto del complesso dell'organismo di cadauno di questi esseri, che vengono avvicinati in ragione dei loro gradi di somiglianza.

§ 363. Quantunque le prime di queste classazioni, dette anche *sistemi artificiali*, riescano di facile uso nella pratica, pure il più spesso non valgono ad altro se non che a farci conoscere il nome delle cose. Supponiamo infatti che si prenda a fondamento di una classazione il numero dei membri che gli animali trovansi avere; procedendo a quel modo nella divisione dei quadrupedi, i buoi avranno posto colle rane, le lucertole, ecc., ed i serpenti, ed altri rettili, che pure hanno tanta affinità con quest'ultime specie, verranno separati da esse, perchè mancanti di un pajo di membra; è bensì vero con esse che si sarà giunti a distinguere gli animali, ma le fatiche adoperatevi non gioveranno in nessun modo a farci conoscere la loro natura; si dovranno

sempre mettere in confronto le cose più disparate, e sarà impossibile il procedere a considerazioni generali di qualche importanza.

§ 364. Invece le seconde di queste classazioni, ossia i *metodi naturali*, riescono, diremmo, una maniera di quadri sinottici di tutte le modificazioni che si riscontrano nella struttura degli animali. Le loro divisioni e suddivisioni fondansi sull'assieme dei caratteri forniti da ogni animale, i quali caratteri vengono ordinati in ragione della loro rispettiva importanza; e gli esseri che entrano a far parte di un gruppo, si rassomigliano per un numero di punti tanto maggiore quanto è più umile il luogo che il gruppo stesso trovasi avere nella gerarchia delle classazioni: quindi conosciuto il posto che un dato animale tiene in questi sistemi, si conoscono i caratteri più importanti del suo organismo, ed il modo col quale eseguisce le funzioni principali.

§ 365. Benchè le norme a seguirsi per classare naturalmente il Regno animale sieno semplicissime, pure s'incontrano spesso dei gravissimi ostacoli all'atto di metterle in pratica.

Queste norme riduconsi a due, essendo che il zoologo stabilendo una simile coordinazione, si propone il duplice intento:

1.° Di alineare gli animali, in serie naturali in ragione delle loro *rispettive affinità*, cioè di ordinarli di tal fatta che le specie, le quali hanno fra loro maggiore somiglianza, trovinsi le più vicine, e la distanza dei posti che vengono loro assegnati dia in certo modo la misura delle loro differenze.

2.° Di dividere e suddividere queste serie seguendo il principio della *subordinazione dei caratteri*, cioè in ragione dell' importanza delle differenze che gli animali hanno fra loro.

§ 366. Per riconoscere le affinità naturali, o quel quasi parentado che lega animali spettanti a specie diverse, talora basta osservarne le sole forme esteriori, le quali spesso traducono, diremmo, il modo col quale sono organati al di dentro. Così per dimostrare l'affinità che esiste tra il gatto e la tigre non è duopo perlustrarli anatomicamente; parecchie altre volte però onde riuscirvi è necessario indagare direttamente i caratteri di questa struttura, ed anzi in

alcuni casi se si esaminassero soltanto individui giunti a pieno sviluppo, si sarebbe tratti a disconoscere affatto queste relazioni; perchè le somiglianze che hanno si mascherano col progredire dell' età. Quindi è che, vista la strana forma che nell'età adulta assumono le lernee (fig. 130), animali che vivono parassiti sui pesci, per lunga pezza di tempo si ritennero affatto diverse da certi piccoli crostacei d' acqua dolce, ai quali i naturalisti danno il nome di ciclopi (fig. 132); ma poichè si studiò il modo col quale si sviluppano le une e gli altri, si venne in chiaro della molta loro affinità, essendochè da giovani sono così poco differenti che è difficile distinguere quelli da queste (fig. 131 e 133). Infine per rispondere alla prima delle

Fig. 131. *Larve di Lernea.*

Fig. 132. *Cyclops.*

Fig. 130. *Lernea.*

Fig. 133. *Larve di Cyclops.*

condizioni summentovate bisogna pur vincere altre difficoltà conseguenti dai moltissimi rapporti che ciascun animale trovasi avere con altri parecchi, e dal modo diverso col quale la natura stabilisce le transizioni da uno ad un altro tipo; circostanze tutte per le quali torna impossibile di allineare gli animali in una serie unica, senza

ledere ad ogni momento le affinità rispettive, ed è forza disporli in parecchie schiere, o decorrenti le une parallele alle altre, o disegnate come i rami di un albero, e le braccia di un fiume.

§ 367. La seconda condizione a compiersi per ottenere una classazione naturale è l'esatta corrispondenza tra le divisioni successive del Regno animale e l'importanza delle modificazioni di struttura che scelgonsi a fondamento di quelle partizioni.

I caratteri pei quali gli animali si distinguono fra loro hanno un valore molto diverso, giacchè, come ci occorse di avvertirlo (§ 357), alcuni variano senza trarre seco gravi differenze nel resto dell'organismo, e quindi pare abbiano poca o nessuna importanza fisiologica; invece colle mutazioni di altri caratteri coincidono sempre delle profonde differenze nell'assieme dell'organismo; i quali ultimi pare in certo modo impongano quelle modificazioni; ed il più spesso è facile rendere ragione di quella loro influenza prendendo a riflettere sulla funzione degli organi dai quali sono desunti questi che si dicono caratteri *dominanti*. Quindi ne consegue che le sole ultime divisioni di una classificazione potranno venir fondate su caratteri subordinati, e le superiori dovranno stabilirsi su caratteri ritenuti tanto più *dominanti*, quanto sarà più alto e generale il gruppo al quale vengono destinati per fondamento.

Dunque per disporre gli esseri in una classazione naturale è necessario anzi tutto di conoscerne la struttura, le funzioni ed il modo di sviluppo; poi se ne dovranno cercare e valutare relativamente i caratteri dominatori. Qualche volta è facile l'ottenerlo sia giovandosi del criterio fisiologico, sia anche seguendo la sola scorta dell'anatomia. Così si è potuto notare che le parti di un animale meno facili a variare sono ordinariamente quelle che avendo maggiore importanza trarrebbero seco forti mutazioni nel resto dell'organismo; mentre all'opposto a quelle soggette a maggiori variazioni incombe un ofizio secondario nell'economia, ed hanno poca influenza sulla conformazione generale dell'individuo. Inoltre si avverte che la costanza è indizio di dominazione organica, e che i caratteri adatti a controdistinguere fra loro i moltissimi gruppi per l'ordinario sono altresì delle condizioni importantissime nella storia degli animali, mentre quelli che mutano da un breve

gruppo ad un altro il più spesso hanno pochissimo valore. Nella comune dei casi si può anche giudicare dell'importanza zoologica di una modificazione di struttura tenendo calcolo della natura e del grado di sviluppo delle facoltà alle quali l'organo così modificato serve come stromento. Altre volte però la determinazione dei caratteri dominatori incontra gravi ostacoli perchè l'analogia non è sempre una scorta sicura a farceli riconoscere: l'importanza di un organo può variare moltissimo da uno ad altro animale, e quella stessa parte che domina tutta l'economia di certe specie, in altre può perdere della sua influenza e non essere più che secondaria.

§ 368. Nello stato attuale della scienza siamo ben lungi dal conoscere l'anatomia e la fisiologia di tutte le specie, quindi ci riesce impossibile di stabilire inappellabilmente l'importanza relativa di moltissime modificazioni della loro struttura. Perciò sarebbe vano il pretendere ad una classificazione veramente naturale, e non dobbiamo meravigliarci vedendo tanta dissidenza nei metodi naturali proposti per coordinare certe parti del regno animale, nè ci devono far sorpresa le continue modificazioni che ogni giorno vengono proposte. Mano mano conosciamo meglio gli oggetti che cerchiamo di classare secondo la loro natura intima, possiamo ravvisarne i mutui rapporti con maggior verità, ed aggrupparli in modo meglio adatto a che quei gruppi rappresentino nei quadri metodici le loro dissimiglianze e le loro vere affinità. Le classazioni naturali non ponno dunque perfezionarsi se non in ragione dei progressi che andranno facendo le nostre conoscenze sull'organismo, e l'incertezza attuale, anzichè un difetto, è la necessaria conseguenza della loro perfettibilità.

§ 369. Applicando i metodi naturali alla classazione degli esseri viventi si rese alla storia naturale uno de' maggiori benefizj, e per essi la botanica e la zoologia, da studj aridi che erano, mutato repentinamente d'aspetto, salirono a molta importanza. Quindi è ben doveroso che si dica almeno una parola di coloro che attesero a questa così utile innovazione.

I primi esseri che si tentò di coordinare in famiglie naturali furono le piante. Prima venivano classate secondo il numero degli stami, secondo il numero dei pistilli, o secondo un altro carattere qualunque scelto ad arbitrio, e senza tener conto delle loro analogie: ma verso la metà del secolo scorso Bernardo de Jussieu, botanico francese, ebbe

la felice idea di distribuirle in ragione dell' assieme del loro organismo, e di scompartirle in gruppi corrispondenti ai loro caratteri dominatori. Antonio Lorenzo de Jussieu, nipote al succitato botanico, applicando questo modo di vedere a tutto il Regno vegetale, e mettendo a fondamento delle sue classificazioni il principio dei caratteri dominatori (§ 357), fondò il metodo naturale, attualmente seguíto da tutti i naturalisti.

I principj del metodo naturale furon presi a base della classazione degli animali in tempi a noi molto più vicini, e l'onore di questa applicazione è dovuta a Cuvier.

§ 370. **Divisioni del Regno animale.** — Il Regno animale consta di soli *individui*, alcuni dei quali però si rassomigliano moltissimo, e ne riproducono altri forniti degli stessi loro caratteri essenziali; i quali gruppi di individui tutti conformi ad un tipo costituiscono ciò che i naturalisti dicono le *specie*. Gli uomini, i cani, i cavalli, ecc, sono considerati dai zoologi come altrettante *specie* distinte.

Talvolta una specie differisce notevolmente da tutte le restanti; ma moltissime altre si rassomigliano per modo che per distinguerle bisogna tener conto di differenze poco importanti, come sarebbe nel caso del cavallo e dell'asino, del cane e del lupo. Le quali specie affini nelle classificazioni naturali vengono raccolte in certi gruppi detti *generi*, e si nominano aggiungendo al loro nome speciale l'altro generico che portano in comune; così per designare le varie specie di LUCERTOLE si usa dire LUCERTOLA *grigia*, LUCERTOLA *punteggiata*, LUCERTOLA *ocellata*; ed ORSO *bruno*, ORSO *cerretano*, ORSO *bianco*, volendo enumerare le diverse specie d'ORSO.

Generalmente può notarsi che molti generi differiscono soltanto per caratteri di poco valore, ed hanno comuni dei particolari di struttura d'alta importanza, mediante i quali si distinguono dai generi vicini. Nel qual caso raccolgonsi in gruppi detti *tribù* o *famiglie naturali*.

Se, proseguendo, si imprende a considerare la struttura di questi esseri in un modo anche più generale, presto si è fatti accorti che molte famiglie sono fornite degli stessi caratteri dominanti, e quindi hanno una fisonomia comune, a malgrado delle notevoli differenze che trovansi avere ciascuna a fronte delle altre. Così si dà origine a delle partizioni di un rango più elevato, le quali diconsi *ordini;* poi gli ordini si asso-

ciano in gruppi più vasti, componendo con essi le *classi*. Infine, potendosi sottoporre anche le classi ai medesimi processi, si hanno le *branche* o le partizioni principalissime del Regno animale.

§ 371. Quindi il Regno animale si divide in branche, le branche si suddividono in classi, le classi in ordini, gli ordini in famiglie, le famiglie in generi, i generi in specie; ed avvenendo talvolta di dover moltiplicare queste partizioni, si procede sempre dietro gli stessi principj. Da ciò consegue che i diversi membri di un qualunque gruppo, sia d'esso generico o di famiglia o d'ordine o di classe, si assomigliano sempre tra loro molto più di quello che assomiglino alle specie di un altro gruppo posto all'istessa altezza sistematica, e le differenze esistenti tra due classi devono avere sempre maggior importanza di quelle decorrenti fra due famiglie; così pure i caratteri delle famiglie devono aver sempre un valore più grande dei caratteri dei diversi generi che entrano a costituirle. Quindi le maggiori differenze servono a stabilire le branche, quelle che valgono un po' meno si mettono a fondamento delle divisioni classuali delle branche, e via di seguito; le differenze decrescono sempre più quanto più in questo edifizio di divisioni e suddivisioni si discende verso le *specie*, formate, come già lo si diceva, dall'assembramento di tutti gli individui costrutti allo stesso modo, e che ponno accoppiarsi per mantenere il lignaggio.

Per classare un animale bisogna dunque determinare successivamente la branca, la classe, l'ordine, la famiglia, il genere e la specie alle quali spetta, processo che nello stesso tempo ci fornisce delle esatte nozioni intorno alle principali condizioni del suo organismo, perchè esse condizioni sono quelle che servono a caratterizzare le divisioni successive. Ora, lo ripetiamo, le funzioni e le costumanze di un animale dipendono sempre dal modo col quale sono costrutti i suoi organi, od almeno rispondono a questa struttura; quindi dalla loro conoscenza ponno anche dedursi i tratti principali della storia della specie che s'imprendeva a studiare.

Tali sono i fondamenti delle classazioni zoologiche dette naturali. Ora vedremo a quali risultati si giunse applicandoli alla coordinazione metodica degli animali, e studieremo i principali gruppi formati con questi esseri.

FONDAMENTI DELLA SPARTIZIONE DEL REGNO ANIMALE IN BRANCHE E CLASSI.

§ 372. **Branche**. — Preso ad esame il Regno animale nel suo complesso presto si è fatti accorti che esistono quattro piani generali di struttura, ciascuno dei quali, modificato in mille modi, pare abbia servito di fondamento alla creazione degli esseri animati. Ricordando un cane, un gambero, una lumaca ed un'asteria o stella marina (fig. 134), specie note a tutti, ci sarà facile precisare le idee intorno a queste quattro forme principali, e, potremmo dire, rettrici di tutte le innumerevoli varietà di struttura degli animali.

Fig. 134. Asteria.

Affinchè le classazioni zoologiche rappresentino fedelmente le modificazioni più o meno importanti che notansi nella struttura degli animali, bisognerà dunque che essi tutti

si trovino scompartiti in quattro branche o gruppi principali; alla quale opera si accinse pel primo Cuvier.

Quindi il Regno animale vien diviso in *animali vertebrati*, in *anellati* od articolati, in *molluschi* ed in *zoofiti*.

§ 373. Le differenze che servono a distinguere fondamentalmente queste quattro branche sono più ch'altro dedotte dalla diversa disposizione delle parti del corpo, e dalla peculiare conformazione del sistema nervoso. Caratteri che reggono l'intero organismo animale, e dei quali è facile dimostrar l'importanza.

In fatti la facoltà di sentire e di muoversi spontaneamente sono il privilegio essenziale dell'animalità, ed altrove abbiamo già visto come a queste funzioni presiede il sistema nervoso, anzi abbiamo visto come le funzioni di un organo sono sempre consone alla sua struttura. Ragioni per le quali da ogni grande modificazione del sistema nervoso conseguiranno sempre delle differenze corrispondenti nelle più nobili facoltà esercitate dall'organismo degli esseri animati. Ciò premesso è facile l'arguire che il modo di conformazione di questo sistema influirà potentemente sulla natura dei diversi esseri, e fornirà i caratteri principali sui quali fondansi le divisioni del Regno in gruppi naturali; raziocinio convalidato dall' osservazione dei fatti.

La disposizione generale del corpo, ossia la maniera colla quale si corrispondono reciprocamente le sue diverse parti, s'annette essa pure con delle circostanze non meno importanti, influendo moltissimo sul modo col quale si localizzano le funzioni, ed ha luogo la divisione del lavoro fisiologico; e già prima (§ 346, ecc.) si indicò quanto dipenda da queste tre cause modificatrici la perfezione dell'organismo.

I quattro tipi principali testè accennati emergono così evidenti che nessun zoologo può disconoscerli, e nella comune dei casi è facile il riferir loro una od altra specie; però ve ne hanno di quelle nelle quali il piano fondamentale si trova mascherato da certi particolari, ed altre sembrano, sotto un certo aspetto, appartenere a due tipi diversi. Quindi tal fiata è difficile assegnare i precisi limiti delle branche, essendochè in certi punti di contatto si intrecciano allo stesso modo di alcuni stati limitrofi, tra i confini dei quali vi hanno dei lembi di terreno d'incerta proprietà, e continuamente contrastati.

Così pure talvolta è arduo il deffinire a tutto rigore

questi gruppi primari; ma per darne una idea esatta basterà indicare i caratteri propri al tipo di ciascuno di essi, i quali spiccano con maggiore evidenza, ed avvertire che però non si trovano sempre tutti concomitanti, perchè, mano mano si discende in queste divisioni, ora scompare uno, ora un altro carattere.

Procedendo in tal modo verranno con poche parole esposti i particolari organici pei quali si distinguono tra loro gli *animali vertebrati*, gli *animali anellati*, i *molluschi* ed i *zoofiti.*

§ 374. Gli **Animali vertebrati** rassomigliano all'uomo in quanto alle condizioni più importanti della struttura, avendo pari quasi tutte le parti del loro corpo, e disposte simmetricamente ad ambo i lati di una linea mediana longitudinale; ed il sistema nervoso molto sviluppato e composto non soltanto di nervi e di gangli, ma anche di un asse centrale, collocato nella regione del dorso (fig. 135). In quest'asse poi si notano sempre, quali parti essenziali, il cervello, il cervelletto ed il cordone rachidiano, ossia midollo spinale (fig. 54).

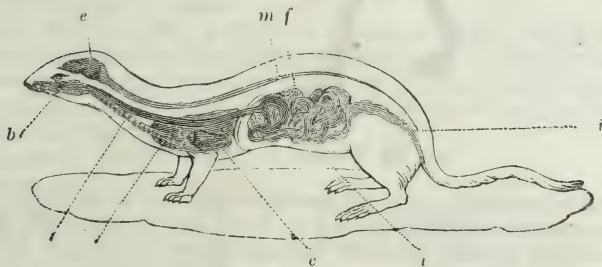



Fig 135 (1).

A questi caratteri s'aggiunga che i principali muscoli dei vertebrati s'innestano ad una impalcatura solida, cioè su uno scheletro interiore (fig. 136) costituito da molti pezzi annessi l'uno all'altro, e disposto in maniera che serve a proteggere gli

(1) Figura teoretica per la quale s'indica la posizione relativa dei maggiori apparati organici della branca dei vertebrati, e singolarmente della classe dei mammiferi, — *b* cavo boccale che serve di atrio al tubo alimentare, e termina aperto all' estremo opposto del corpo; — *i* intestino; — *f* fegato; — *t* trachea-arteria; — *p* polmoni; — *c* cuore; — *e* encefalo (cervello ecc.); — *m* midollo spinale.

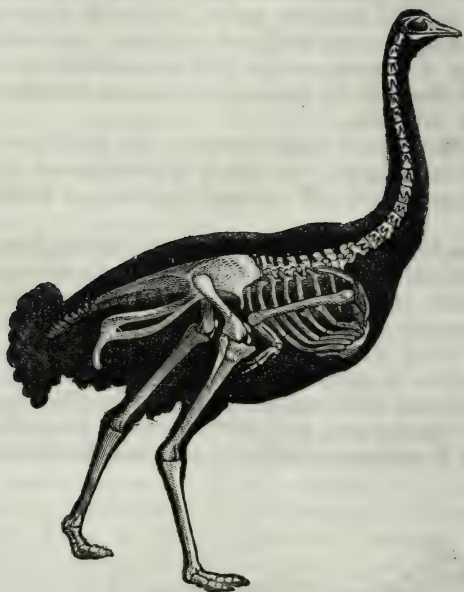



Fig. 136. *Scheletro di uno struzzo*

organi essenziali, e contemporaneamente fornisce all'apparato locomotore degli appoggi e delle leve; che la parte più importante di esso scheletro formasi di un astuccio, il quale inguaina l'asse cerebro-spinale, e risulta dal concorso di quei pezzi anellari che si dicono le vertebre; che l'apparato della circolazione giunge in essi alla miglior perfezione, ed il cuore ha per lo meno due serbatoi distinti; che il sangue è rosso; che i membri sono quasi sempre quattro, mai in numero maggiore; in fine che esistono degli organi appositi per la vista, l'udito, l'odorato ed il gusto, i quali trovansi collocati nella testa. Abbiamo già ricordati, come esempio di questo tipo organico, l'uomo ed il cane, ed egualmente avremmo potuti nominare un uccello (fig. 136), una lucertola, una rana ed un pesce.

§ 375. **Animali anellati**. — La struttura della specie

che compongono questa seconda branca del Regno animale è molto diversa, avendo bensì il corpo simmetrico e binario come i vertebrati, ma, diversamente da quelli composto di una serie di parti che si ripetono successivamente; cosicchè può dividersi in moltissimi segmenti omologhi più o meno simili (fig. 139). Hanno discretamente sviluppato il sistema nervoso, il quale consta di una doppia schiera di piccoli centri midollari, detti gangli, che si annettono come una catena longitudinale distesa per quasi tutta la lunghezza del corpo; (fig. 137) siccome la massicella formata dai primi gangli giace nel capo, così da taluni la si volle paragonare al cervello dei vertebrati; senza tener conto che realmente manca qualsiasi rappresentante del midollo spinale, perchè la parte restante della catena gangliare è collocata nella regione ventrale e sotto il tubo digerente (fig. 138), e si unisce ai gangli cefalici per mezzo dei soliti cordoni nervosi, girati come un monile intorno all' esofago. È d'uopo altresì di avvertire che il corpo di questi animali non è più sorretto da uno scheletro interno, ma che tutti i loro muscoli si saldano ai tegumenti esteriori; i quali tegumenti modificansi in modo adatto a supplirlo, facendosi talvolta solidissimi, e formando una maniera d'astuccio o scheletro esteriore, essenzialmente costituito di anelli posti di fila, e più o meno mobili gli uni sugli altri. Quindi questi animali pajono

Fig. 137. *Sistema nervoso di un insetto* (Carabus hortensis).

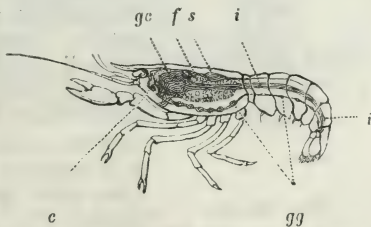



Fig. 138 (1).

(1) Spaccato ideale del corpo di un gambero; — *s* stomaco, sotto al quale si vedono l'esofago e la bocca; — *i* intestino; — *f* fegato; — *c* cuore; — *gc* gangli nervosi cefalici, situati anteriormente e sopra l'esofago; — *gg* gangli nervosi toracici ed addominali sottostanti al canale alimentare.

dividersi anche esteriormente in segmenti, od anelli articolati l'uno dietro l'altro; anzi si dissero articolati od anellati per ricordare questa loro condizione. Si avverta infine che in questa branca i membri sono molto numerosi; gli organi dei sensi minori in numero ed in perfezione di quelli lo sieno nei vertebrati; il sangue quasi sempre bianco, e l' apparato di circolazione molto imperfetto. A luogo debito parleremo degli altri moltissimi particolari che si notano nella loro struttura, e per ora basti il ricordare la scolopendra (fig. 139), i gamberi, i granchi, gli insetti, ecc., come rappresentanti di queste forme.

Fig. 139. Scolopendra.

§ 376. **Molluschi.** — Gli animali *molluschi* hanno i principali organi pari e simmetrici come tutti i precedenti; ma il loro corpo invece di allongarsi in linea retta, tende ad avvolgersi in una curva o spirale, ond'è che, per esempio, la bocca e l'ano anzichè trovarsi a' suoi capi estremi, riescono più o meno vicini. Hanno il sistema nervoso essenzialmente composto di gangli, in parte collocati nella regione dorsale, in parte nella ventrale e sotto il tubo digerente come gli anellati; solo che questi ultimi non si dispongono in una catena mediana come nelle specie comprese in quella branca.

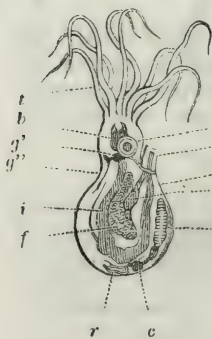



Fig. 140 (1).

Inoltre gli animali molluschi differiscono dai vertebrati e dagli anellati per l'assenza totale di uno scheletro artico-

(1) Spaccato ideale della struttura di un mollusco cefalopode; — *t* tentoni o bracci posti in giro alla testa; — *b* bocca; — *i* intestino; — *a* ano; — *f* fegato; — *g'* e *g''* gangli nervosi; — *br* branchie; — *c* cuore; — *r* apparato della riproduzione; — *v* vescichetta dell'inchiostro; — *o* occhi.

lato sia esterno che interno, e per avere il corpo molle (d' onde il nome che portano). La pelle che gli involge è molto flessibile e contrattile, e spesso si copre di quelle

Fig. 141. Limneus stagnalis.

lamine cornee o calcaree le quali si dicono *conchiglie* (fig. 141), talvolta ne depone anche qualcuna nel suo spessore,

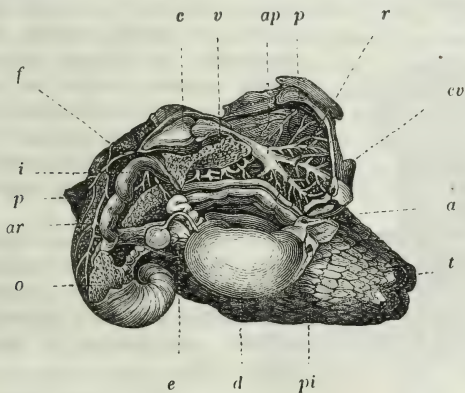



Fig. 142. *Anatomia di una lumaca* (Helix pomatia) (1).

(1) *pi* piede; — *t* tentoni mezzo contratti; — *d* maniera di diaframma che separa la cavità respiratoria dagli altri visceri; — *s* parte dello stomaco; — *f* fegato; — *o* ovario; — *i* intestino; — *r* retto; — *a* ano; — *c* cuore (il pericardio è aperto); — *ap* arteria polmonare, la quale getta i rami sulle pareti della cavità polmonare; — *ar* aorta; — *v* ghiandola segregante la viscosità; — *cv* suo canale escretore che va ad aprirsi vicino all'ano.

ma non dà mai origine ad una serie di anelli mobili analoghi a quelli degli animali anellati. Si aggiunga che gli organi dei sensi degli animali compresi in questa branca sono per l'ordinario molto incompiuti; quelli dell'olfatto mancano sempre, e spessissimo quelli della vista ed i membri locomotori; infino hanno il sangue bianco come la maggior parte degli annelidi, il quale nonpertanto circola in un apparato che di frequente è molto complesso.

§ 377. **Zoofiti**. — Infine le parti del corpo degli animali della quarta ed ultima branca, anzichè disporsi simmetricamente ai due lati di un piano mediano, tendono ad aggrupparsi intorno ad un punto centrale o ad una linea verticale assumendo una disposizione raggiata più o meno evidente. In essi non si scorgono il più spesso neppure le tracce del sistema nervoso, il quale, anche quando esiste, è però sempre rudimentale; mancano altresì quasi per intero degli organi dei sensi; infine tutte le parti della loro economia sono ridotte alla maggiore semplicità. A tutta prima, sia per le forme sia pel modo di vivere, hanno tanta somiglianza colle piante che i naturalisti tratti in errore sulla loro vera natura per molto tempo gli inregistrarono nel Regno vegetale: ed infatti diconsi *zoofiti* od *animali-piante* per esprimere questa loro somiglianza, oppure *animali raggiati* per ricordare la disposizione a raggi che di sovente trovansi avere i loro organi.

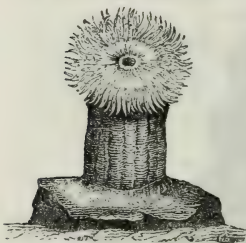



Fig. 143. Actinia.

Le idre, già da noi ricordate altrove (§ 347), le actinie od anemoni di mare (fig. 143), e le asterie o stelle marine (fig. 134) ponno fornirci un' idea complessiva di questa divisione (1).

(1) Alcuni zoologi credettero dover ammettere per le sponghe una quinta divisione primaria del Regno animale, assegnandole per carattere l' assenza di qualunque regolarità nelle forme; a noi pare che non possa essere adottata, perchè quegli strani esseri, pei quali si volle fondare la classe degli *amorfozoari*, quando nascono hanno i caratteri di moltissimi polipi, e progredendo risultano diversi per l' arrestarsi che fanno nello sviluppo organico ad uno stadio che nei zoofiti è soltanto transitorio; dal qual momento in poi perdono le forme. Dunque tenuto conto del modo col quale si svolgono sarà d'uopo riferirli al tipo dei zoofiti.

§ 378. **Divisione delle branche in classi.** — Dunque i varj animali riuniti in cadauna delle branche, o gruppi primari, che ora si descrissero, si rassomigliano nel piano generale del loro organismo, ed hanno in comune un gran numero di caratteri molto spiccati; ma sotto moltissimi altri rapporti sono differenti, compiendo spesso in maniera molto diversa le funzioni principali dell' organismo: quindi farà d'uopo scompartirli di nuovo in gruppi secondari, fondando queste nuove suddivisioni sulle più grandi modificazioni della loro struttura.

§ 379. Così alcuni vertebrati nascono vivi, e sono forniti di mammelle per allattare i figli, mentre altri escono da un uovo, nel quale trovarono le materie nutritive, ragione per la quale mancano di organi d'allattamento; certe specie respirano nell' aria, altre nell' acqua; talune hanno una circolazione completa, l'apparato respiratorio di altre non riceve che una porzione del sangue che avendo già servito a nutrire i tessuti organici fu reso inetto a mantenere più oltre la vita; queste hanno il sangue caldo, quelle non svolgono quasi nessun calore; infine ve ne hanno di costrutte per alzarsi nell'aria, di architettate per vivere terrestri, di predisposte al nuoto. Tali differenze fisiologicamente importantissime coincidono fra loro per modo che per esse si può suddividere questa branca in quattro tipi secondari; quindi, seguendo i principj dei metodi naturali, i vertebrati ponno dividersi in cinque classi, cioè in *mammiferi*, *uccelli*, *rettili*, *batraci* e *pesci* (1).

§ 380. Nè sono meno notevoli le modificazioni di struttura che s' incontrano nella branca degli animali anellati. Infatti certuni, come i talitri, (fig. 144) hanno i membri della locomozione articolati a modo di leva, e la regione cefalica del sistema gangliare molto sviluppata; mentre invece altri, e p. e. le sanguisughe, mancano di membri articolati, ed hanno poco sviluppati i centri nervosi, i quali sono molti uniformi sia

Fig. 144. Talitrus.

(1) In tutte le edizioni francesi di questo Corso i vertebrati venivano sempre divisi in sole quattro classi seguendo le classazioni di Cuvier, ed i batraci trovavansi riuniti ai rettili; solo nell'ultima, contemporanea all'attuale italiana, l' autore credette doverneli separare in seguito ad una miglior conoscenza che si ebbe dei loro caratteri.

nella struttura, sia per le funzioni che adempiono. Ragioni per le quali si può dividere questa branca in due gruppi secondari, l' uno costituito dagli *animali articolati propriamente detti*, l' altro dai *vermi;* ma tale classazione non basta per esprimere tutte le grandi differenze che facilmente si notano nella natura di questi esseri.

Infatti tra gli animali articolati propriamente detti trovansi compresi gli *insetti* (fig. 145, e 146), che aspirano l'aria per ogni parte dell'organismo mediante le trachee; che hanno il corpo diviso in tre regioni dissimili: la testa, il torace, l'addome; e che sono costantemente forniti di tre paja di zampe,

Fig. 145. Agrion. Fig. 146. Conops.

ed il più spesso anche di ali; i *miriapodi* (fig. 147), i quali rassomigliano agli insetti pel modo con cui respirano, e per avere

Fig. 147. Julus.

sempre la testa distinta, ma ne differiscono perchè il loro tronco non si divide in torace ed addome; e che inoltre portano da sessanta ad ottanta paja di zampe, ed anche più, e mancano sempre di ali; gli *aracnidi* (fig. 148), la testa dei quali fa corpo col torace; che sono forniti di quattro paja di zampe; respirano come i precedenti, ma talvolta mancano di trachee,

Fig. 148. *Ragno domestico.*

nel qual caso raccolgono l'aria in appositi sacchi polmonari; i *crostacei* (fig. 149), conformati invece per la respirazione acquatica, quindi muniti di branchie, e, nella comune dei casi, di

Fig. 149. Thelphusa.

cinque a sette paja di zampe architettate per servire alla locomozione (1).

Anche la divisione dei *vermi* deve essere suddivisa in parecchi tipi ben distinti; potendovisi notare gli *annelidi* (fig. 150), il sistema nervoso dei quali è facilmente reperi-

Fig. 150. *Una sanguisuga.*

bile in tutta la lunghezza del loro corpo; che il più spesso hanno il sangue rosso e scorrente in un sistema di vasi molto complesso; che respirano sempre mediante un apparato branchiale molto sviluppato, ed in generale si muovono col soccorso di alcune setole mobili (fig. 151). Tra i vermi

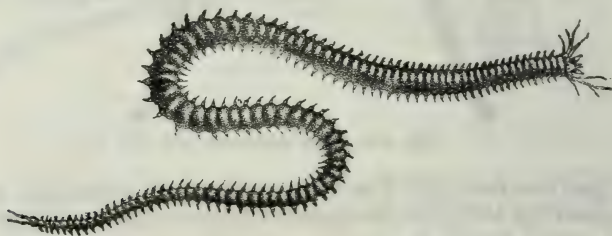



Fig. 151. Nereis.

comprenderemo anche i *sistolidi* (fig. 152), animaletti microscopici, che, per quanto pare, mancano di stromenti appositi per la circolazione, e sono sforniti di branchie, ma comunemente possedono degli organi vibratili disposti in modo singolare. Infine, devonsi pur riferire a questa sotto-

Fig. 152. *Un rotifero.*

(1) Da pochi anni si riconobbe che i Cirripedi, pei quali era stata eretta una classe apposita, devono essere aggregati a quella dei crostacei.

branca le *turbellarie*, che hanno il corpo sfornito di membri, ed il sistema nervoso composto essenzialmente di due cordoni laterali, procedenti da due gangli cefalici; al modo stesso degli *elminti* o *vermi intestinali* (fig. 153), i quali presentano delle semplici vestigia d'un sistema nervoso, e, quantunque in generale costrutti semplicissimamente, nonpertanto hanno un' intima relazione cogli anneli di, anzi il più spesso pare ne siano i più umili rappresentanti (1).

Fig. 153. Linguatula.

Dunque, per mettere in accordo la classazione degli animali anellati colle differenze ora notate nella natura di questi esseri bisognerà scompartirli in otto classi distinte, le stesse delle quali abbiamo indicati i nomi tracciandone i caratteri.

§ 381. Anche nella branca dei molluschi vi hanno tali modificazioni organiche da rendere necessaria una pari suddivisione. In certuni, cioè nei *molluschi veramente detti*, esiste un sistema nervoso composto di due o più paja di gangli, collegati mediante cordoni midollari; e queste specie si riproducono sempre col mezzo di uova. Invece il sistema nervoso degli altri, detti *molluscoidi* o *tunicati*, trovandosi ridotto ai soli rudimenti non presenta che un unico ganglio. I molluscoidi a differenza dei primi si moltiplicano quasi tutti tanto per lo sviluppo di date parti dei loro corpi, ed a modo delle gemme di una pianta, quanto per uova; dal che ne avviene che spesso gli individui svolti rimanendo aderenti a quelli dai quali furono filiati, formano delle masse animate di aspetto fitoide (fig. 155).

(1) È però necessario lo avvertire che non tutti i naturalisti si accordano nel riferire gli elminti a questa classe. Cuvier gli alloga tra i raggiati o zoofiti: ma il corpo loro non è disposto a raggi, anzi, per l'ordinario, si disegna in modo molto analogo a quello degli anneli di. Quindi, seguendo le tracce di uno dei migliori zoologi viventi, il sig. de Blainville, ci sembra più naturale comprenderli in quest'ultimo tipo primario.

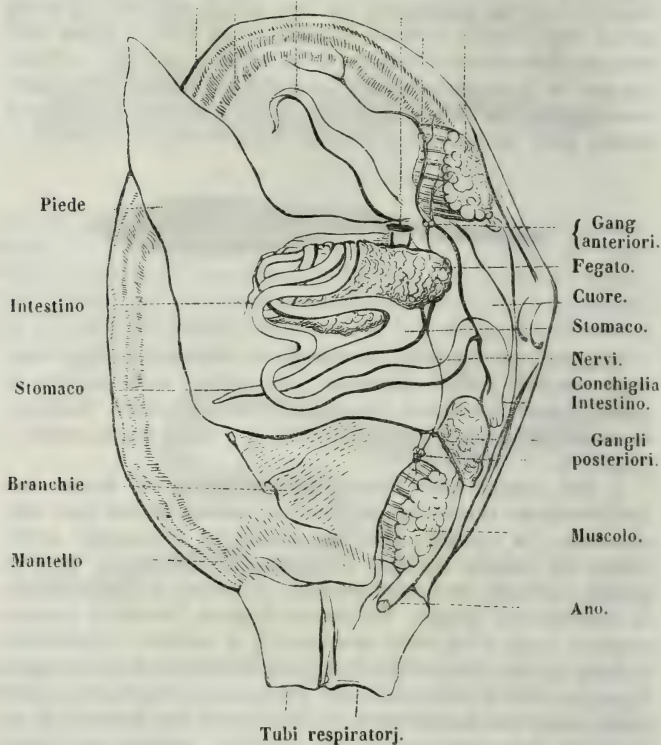



Fig. 154. *Anatomia di un mollusco Acefalo del genere* Mactra.

I molluschi veramente detti differiscono tra loro per caratteri tuttora importantissimi. Così, in certuni i gangli cefalici trovansi molto lontani dagli addominali (fig. 154), la testa non può essere distinta dal resto del corpo, e manca qualsiasi traccia degli organi dei sensi; questi allora hanno gli organi motori imperfettissimi, ed il corpo, il quale è involto in due pieghe cutanee veliformi, protetto este-

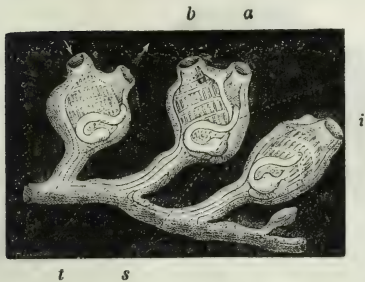



Fig. 155. *Ascidie sociali.* (1).

riormente da una conchiglia a due battenti (fig. 156), come può vedersi nei mitili, nelle mactre (fig. 154), nelle tridacni (fig. 156), ecc.

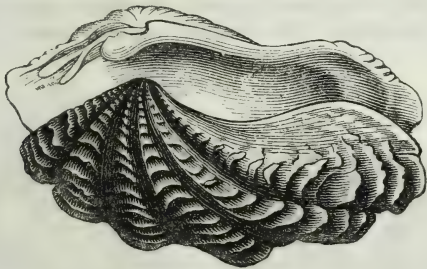



Fig. 156. *Conchiglia di un mollusco del genere* Tridacne.

Altri molluschi, cioè le lumache, i limnei (fig. 141) e le cipree (fig. 157) ecc., hanno invece il capo distinto, ed i gangli nervosi generalmente molto raccostati, e posti in giro all'esofago; trovansi forniti di occhi, e portano disteso sul piano inferiore del corpo un organo carnoso che serve alla locomozione; infine hanno sul dorso una conchiglia protettrice, la quale non è mai bivalve, ma il più spesso ha la forma di un cono, girato più o meno in spira.

(1) Ascidia del genere *parophora*; — *b* bocca; — *s* stomaco; — *i* intestino; — *t* tronco comune. — Le frecce segnano la direzione della corrente acquea che promuovono respirando.

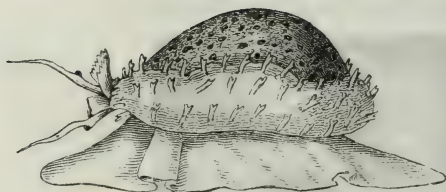



Fig. 157. Ciprea.

Fig. 158. *Conchiglia di una* Paludina.

Altri molluschi, forniti anch'essi di una testa distinta, gettano da ambo i lati del corpo delle ali membranose che adoperano come remi (fig. 160).

Infine ve ne hanno di quelli il capo dei quali è guernito di lunghe appendici prensili, adatte a servire e come piedi e come braccia (fig. 159). Questi trovansi avere il sistema nervoso più sviluppato di quello lo sia in ogni altro animale della stessa branca, ed il corpo sorretto da una conchiglia interna.

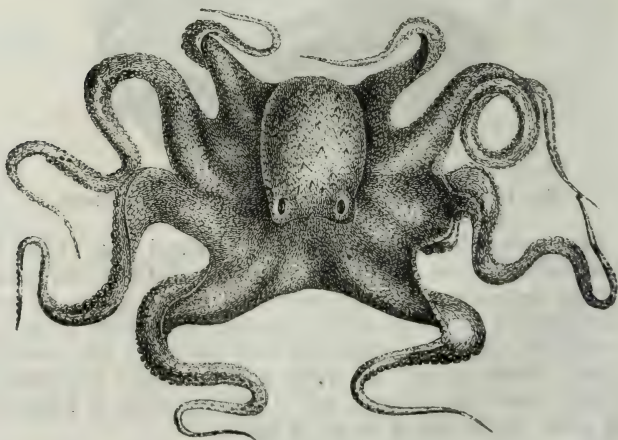



Fig. 159. *Il polpo comune* (Octopus vulgaris.)

Per tali diversità di struttura i molluschi veramente detti si dividono nelle quattro classi degli Acefali, dei Gasteropodi, dei Pteropodi e dei Cefalopodi. L' ostrica può fornirci un esempio di quelli della prima classe, la lumaca è un Gasteropode, la ialea (fig. 160) un Pteropode, il polpo un Cefalopode.

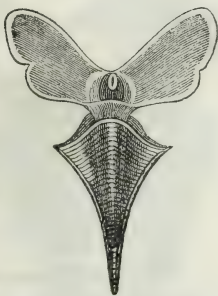



Fig. 160. Hyalæ.

§ 382. Infine anche la quarta ed ultima branca del Regno animale, cioè quella dei Zoofiti, comprende specie di forme svariatissime, che danno perciò origine ad altrettante classi. Il corpo di quelli costituenti il gruppo degli *Echinodermi* è conformato in modo che ponno arrampicare sulle sabbie e sulle rupi dei fondi marini, essendo tutto coperto al di fuori da piccole appendici prensili, inserte su un involucro tegumentale molto solido, anzi spesso di durezza lapidea, come può vedersi nelle stelle di mare già menzionate (fig. 134), o nelle oloturie (fig. 161) e negli echini, ecc.

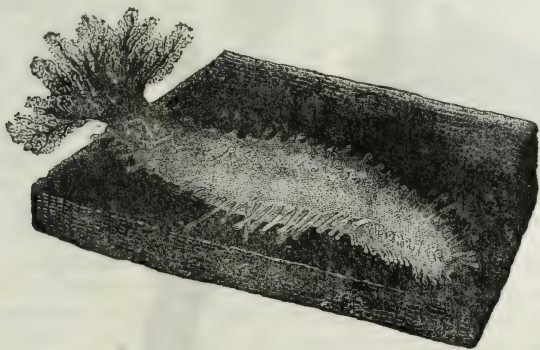



Fig. 161. Holuthuria.

Invece il corpo degli *Acalefi*, che compongono il secondo gruppo, è interamente gelatinoso, e soltanto adatto al nuoto. Ponno citarsi ad esempio di questa classe le meduse (fig. 162) che trovansi fluttuanti nel mare, ed abbondano anche sulle nostre costiere italiane.

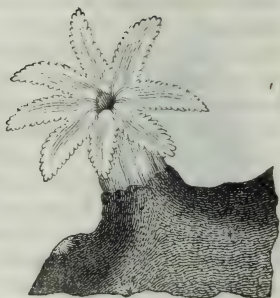



Fig. 162. Rhizostoma. Fig. 163. *Pólipo del corallo.*

Nella terza classe, cioè in quella dei *Pólipi*, non esiste più nessun organo di locomozione, quindi gli animali che vi appartengono, sono condannati a vivere aderenti al suolo. Cadaun pólipo porta in giro alla bocca dei tubercoli mobili (fig. 163),

Fig. 164. *Un tronco di corallo.*

mediante i quali attinge dall'acqua ambiente i corpuscoli di cui si nutre; in generale una porzione de'suoi tegumenti facendosi solida gli appresta un ricettacolo corneo o calcare (fig. 165); e comunemente altresì i generati provengono da gemme che si svolgono sul corpo dei generanti, e quando non se ne staccano, costituiscono con quelli delle masse viventi variamente disegnate, le quali molto di frequente rassomigliano ad una pianta frondosa carica di fiori.

Fig. 165. *Un polipaio del genere* Caryophyllia.

Appartengono alla classe dei pólipi le actinie, dette volgarmente anemoni di mare (fig. 143), i coralli, (fig. 163, 164), le idre (fig. 2), le cariofillie (fig. 165), ecc.

Un quarto tipo ci è dato dagli *spongiali*, strani esseri che nascendo hanno la forma ovale, e nuotano liberamente valendosi dei cigli vibratili onde è gremita la loro superficie, per il che ricordano le larve degli acalefi e dei pólipi. Cresciuti in età presto aderiscono a qualche corpo (fig. 166), non solo pérdono la sensibilità ed il moto, ma si sformano in modo che non ponno essere rassomigliati a nessun altro animale.

Fig. 166. *Spugna.*

Infine quasi tutti i naturalisti allogano nella branca dei zoofiti un quinto gruppo, costituito da un gran numero di esseri minutissimi (fig. 167), i quali vengono anche detti *animaletti infusorii*, perchè vivono nelle acque guaste. Questi si muovono per opera dei cigli vibratili, ed in generale hanno molta somiglianza colle larve degli spongiali, dei pólipi e degli acalefi; ma crescendo non mutano forme, e sono notevoli per la loro riproduzione scissipara, e pel gran numero di stomachi, o sacchi di deposito delle materie nutritive, che portano escavati dentro il corpo. Sino a questi ultimi anni venivano confusi coi sistolidi, e secoloro compresi sotto il nome comune di *animaletti microscopici* od *infusorii*; ma attualmente per distinguerneli si appellano *infusorii poliga-*

strici: del resto non è ancora ben certo il posto che devono tenere nelle classazioni zoologiche.

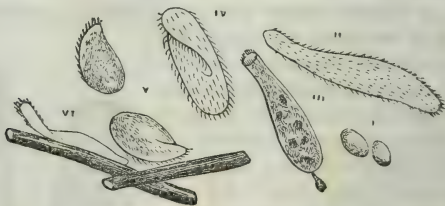



Fig. 167. *Animaletti infusorii* (1).

Tali sono i caratteri più spiccati dei principali tipi organici del Regno animale. Lo schizzo che ne abbiamo tracciato, basterà a fornirci un' idea generale delle modificazioni che la natura introdusse nella struttura degli esseri animati; ma se ci arrestassimo a questo punto le nostre cognizioni sarebbero tuttora molto imperfette, quindi ora dovremo prendere in più attento esame ciascuna delle grandi divisioni corrispondenti a queste differenze fondamentali. Però prima di inoltrarci in simili indagini ci tornerà utile il soffermarci per qualche istante sulla distinzione delle branche e delle classi, ed il riassumere in una tavola sinottica le basi della classazione zoologica che abbiamo esposta.

(1) Parecchi infusorj poligastrici visti al microscopio. — 1. Monade. — 2. Trachelia anitra. — 3. Enchelide nell' atto che espelle le feci. — 4. Paramecia. — 5. Colpode. — 6. Trachelia fasciolare che va strisciando su vegetali microscopici.

		CLASSI	ESEMPJ
	aldo. Circolazione razione polmonare dalla protuberanza ta direttamente col ro. Vivipari.	MAMMIFERI.	Uomo. Scimmia. Cane. Cavallo. Balena.
	: compiuta. Cuore spirazione doppia. Corpo piumifero.	UCCELLI.	Aquila. Passero. Gallo. Struzzo. Anitra.
	: incompiuta. Cuo- mente 3-loculare. lo. Corpo squam-	RETTILI.	Testuggine. Lucertola. A[illegible]
1.ª BRANCA	[illegible] protratti. Un	TUNICATI.	Bífora.
	branchie esterne corona di tentoni a vascolare ed il	BRIOZOARI.	Plumatella. Flustra.
	erficie del corpo tentoni terminati trovasi contrappo- arissimi ed armati	ECHINODERMI	Olotúria. Astéria. Echino.
	in generale largo, ttile. Tessuto molle ppliscono dei pori	ACALEFI.	Medusa. Béroe.
	quasi sempre ade- comotori speciali. fizio. Gli individui tenuti in un astuc-	PÓLIPI.	Attinia. Corallo. Sertularia. Idra.
4.ª BRANCA ZOOFITI.	nerale quasi sferoi- animale adulto che Comunemente dei o delle appendici he servono al nuo- corpo esistono pa- zioni che funzio- trettanti stomachi.	INFUSORI VERI	Vólvoce. Enchélide. Mónade.
	eralmente sferoi- nei giovani, perchè ell' età si sformano eterminabile. Nel- nanca qualsiasi in- ibilità e di movi- tivo. Corpo esca- ali e sorretto da e, calcari, o silicee.	SPONGIALI.	Spugna. Spongillo.

phi
tur
gra

ANIMALI.

(Classi — Esempj)

- **1.ª BRANCA VERTEBRATI.** — Scheletro interno. Un sistema nervoso cerebro-spinale. Gli organi della vita di relazione simmetrici per rapporto ad un piano mediano dritto.
  - **VERTEBRATI ALLANTOIDI.** — Respirazione polmonare fin dalla nascita, non hanno mai le branchie.
    - Organi d'allattamento. Sangue caldo. Circolazione compiuta. Cuore 4-loculare. Respirazione polmonare semplice. Lobi del cervello riuniti dalla protuberanza annulare. Mascella inferiore articolata direttamente col cranio. Corpo per l'ordinario pelifero. Vivipari. — **MAMMIFERI.** — Uomo. Scimmia. Cane. Cavallo. Balena.
    - Mancano gli organi d'allattamento. Encefalo sfornito della protuberanza anulare. Mascella inferiore unita al cranio per uno o due ossi intermedj. Ovipari.
      - Circolazione compiuta. Cuore 4-loculare. Respirazione doppia. Sangue caldo. Corpo piumifero. — **UCCELLI.** — Aquila. Passero. Gallo. Struzzo. Anitra.
      - Circolazione incompiuta. Cuore ordinariamente 3-loculare. Sangue freddo. Corpo squamifero. — **RETTILI.** — Testuggine. Lucertola. Colubro.
  - **VERTEBRATI ANALLANTOIDI.** — Respirazione branchiale nella prima età, e talvolta anche durante tutta la vita.
    - Polmoni negli individui adulti. Corpo nudo. Soggetti da giovani a metamorfosi. Cuore 3-loculare. — **BATRACI.** — Rana. Salamandra. Proteo.
    - Mancano di polmoni, e non subiscono metamorfosi. Cuore 2-loculare. Corpo generalmente squammifero. — **PESCI.** — Pesce persico. Carpione. Anguilla. Razza. Pesce cane.
- **2.ª BRANCA ANELLATI.** — Manca lo scheletro interiore, esistendo invece in generale, uno scheletro tegumentale fatto di anelli articolati. Manca pure l'asse cerebro-spinale. Sistema nervoso centrale ordinariamente composto di una schiera di gangli appajati, formanti sulla linea mediana del corpo una lunga catena dritta. Gli organi si dispongono simmetricamente per rapporto ad un piano mediano dritto.
  - **ANIMALI ARTICOLATI.** — Corpo munito di organi locomotori articolati. Sistema gangliare molto sviluppato.
    - Respirazione aerea fatta per mezzo di trachee o di sacchi polmonari.
      - Corpo nel quale distinguonsi la testa, il torace, l'addome; munito di tre paja di zampe. Trachee. Sistema vascolare quasi nullo. — **INSETTI.** — Melolonta. Locusta. Ape. Farfalla. Mosca.
      - Corpo composto della testa e di una schiera di anelli toraco-addominali. Ventiquattro e più paja di zampe. Trachee. Sistema vascolare quasi nullo. — **MIRIAPODI.** — Scolopendra. Julo.
      - Testa indistinta dal torace. Quattro paja di zampe. Talvolta delle trachee, talvolta dei sacchi polmonari. Sistema vascolare in generale molto complesso. — **ARACNIDI.** — Ragno. Scorpione. Falangio. Acaro.
    - Respirazione acquatica fatta per mezzo delle branchie o della pelle. Apparato vascolare molto complesso. Comunemente cinque o sette paja di zampe. — **CROSTACEI.** — Granchio. Gambero. Squilla. Gammaro. Cirripedi.
  - **VERMI.** — Corpo senz'organi locomotori articolati. Sistema gangliare o poco svolto, o rudimentale.
    - Respirazione quasi sempre branchiale. Sangue quasi sempre colorato. Sistema nerveo ben distinto e formante una catena gangliare mediana. In generale servono loro di zampe dei tubercoli setiferi. — **ANÉLLIDI.** — Néreide. Sérpula. Lombrico di terra. Sanguisuga.
    - Respirazione cutanea e vaga. Sangue sempre scolorato. Sistema nervoso più o meno rudimentale e laterale. Non esiste mai la catena gangliare mediana.
      - Corpo coperto di cigli vibratili, e poco o punto anellato. Gangli cerebroidi molto svolti. In generale portano delle ventose e mancano di orifizio anale. — **TURBELLARII.** — [illegible]. Trematode.
      - Corpo anteriormente terminato in lobi guerniti di cigli vibratili. Anellato. Sfornito di ventose. Apertura anale. — **ROTATORI o SISTÓLIDI.** — Rotifero. [illegible].
      - Corpo sfornito di organi di locomozione. Quattro gangliettí cefalici disposti in croce (Parassiti). — **ELMINTI** — Ascaride. Tenia.
- **3.ª BRANCA MOLLUSCHI.** — Mancano e dello scheletro articolato interno, e dell'anellare esterno. Corpo ora nudo, ora coperto da una conchiglia. Mancano dell'asse cerebro-spinale. Sistema nervoso composto di gangli, che riuniti non formano mai una lunga catena mediana dritta. Gli organi principali sono disposti simmetricamente per rapporto ad un piano mediano il più spesso curvo.
  - **MOLLUSCHI VERI.** — Sistema nervoso composto di molti gangli riuniti da cordoni midollari. Generazione ovipara.
    - Testa distinta munita da diverse appendici e generalmente anche di occhi. Per l'ordinario una conchiglia univalve (mai bivalve).
      - Organi locomotori posti in giro alla bocca, e foggiati a tentoni o bracci. — **CEFALÓPODI.** — Polpo. Seppia.
      - Organi locomotori posti ad ambo i lati del corpo, e remiformi. — **PTERÓPODI.** — Ialea. Clio.
      - Organi locomotori posti sul piano inferiore del corpo, ed aventi la forma di un piede o disco carnoso. — **GASTERÓPODI** — Lumaca. Buccino. Ciprea.
    - Testa indistinta. Conchiglia bivalve. — **ACÉFALI.** — Ostrica. Mitilo. Sólene.
  - **MOLLUSCOIDI.** — Sistema nervoso rudimentale o nullo. Riproduzione o per gemme e per uova.
    - Respirazione fatta per mezzo di branchie interiori. Attorno la bocca non esistono tentoni protrattili. Un sistema vascolare ed un cuore. — **TUNICATI.** — Ascidia. Bifora.
    - Respirazione fatta per mezzo di branchie esterne che formano in giro alla bocca una corona di tentoni ciliati e protrattili. Manca il sistema vascolare ed il cuore. — **BRIOZOARI.** — Plumatella. Flustra.
- **4.ª BRANCA ZOOFITI.** — Comunemente non hanno scheletro articolato nè interno, nè esterno. Sistema nervoso rudimentale o nullo. Organi più o meno evidentemente irradianti da un punto o da un asse centrale, e nell'età adulta ed in gioventù.
  - **RAGGIATI.** — Corpo raggiforme, tanto nel complesso, quanto nelle parti principali. Esistono quasi sempre delle appendici prensili, come, per esempio, dei tentoni, posti in giro alla bocca.
    - Animali fatti per strisciare. Superficie del corpo munita, per l'ordinario, di piccoli tentoni terminati in ventose. In generale alla bocca trovasi contrapposto l'ano; ed i tegumenti sono durissimi ed armati di spine. — **ECHINODERMI** — Oloturia. Asteria. Echino.
    - Animali fatti per nuotare. Corpo in generale largo, in forma di disco o di sacco contrattile. Tessuto molle e d'aspetto gelatinoso. All'ano suppliscono dei pori od anche la stessa bocca. — **ACALEFI.** — Medusa. Beroe.
    - Animali sedentari, che vivono quasi sempre aderenti al suolo, mancando d'organi locomotori speciali. Cavità digestiva con un unico orifizio. Gli individui il più spesso vivono aggregati e contenuti in un astuccio corneo o calcare. — **PÓLIPI.** — Attinia. Corallo. Sertularia. Idra.
  - **SARCODICI.** — Corpo piuttosto sferico che raggiato, e che si sforma nel crescere dell'età. Le appendici prensili mancano quasi sempre.
    - Forma in generale quasi sferoide, tanto nell'animale adulto che nei giovani. Comunemente dei cigli vibratili o delle appendici flabelliformi che servono al nuoto. Dentro il corpo esistono parecchie escavazioni che funzionano come altrettanti stomachi. — **INFUSORI VERI** — Vólvoce. Enchelide. Monade.
    - Forma [illegible] sferoidale ma solo nei giovani, perchè col crescere dell'età si sformano in modo indeterminabile. Nell'età adulta manca qualsiasi indizio di sensibilità e di movimento locomotivo. Corpo escavato da canali e sorretto da spicule cornee, calcari, o silicee. — **SPONGIALI.** — Spugna. Spongillo.

NOZIONI

SULLA STRUTTURA DEGLI ESSERI SPETTANTI ALLE DIVERSE CLASSI DEL REGNO ANIMALE

PRIMA BRANCA

Animali vertebrati.

§ 383. Tra tutti gli animali quelli che possedono facoltà più svariate e più perfette sono i *vertebrati* (1), cioè le specie munite di una impalcatura interiore, la quale ha per fondamento le vertebre; e pel principio che abbiamo stabilito altrove (§ 346) relativamente alle conseguenze della divisione del lavoro nell'economia animale, sarà facile prevedere che essi dovranno avere organi più numerosi e più perfetti di qualunque altra specie.

L' esistenza di un' impalcatura solida interiore fa sì che possano giungere a dimensioni che agli articolati, ai molluschi ed ai zoofiti sarebbero impossibili; ed inoltre quello scheletro, composto di pezzi annessi l' uno all' altro, rende i loro movimenti ben più precisi ed energici di quelli che per l'ordinario si notano in tutti gli altri animali.

Quel loro scheletro interno, che non trova analogia in nessun' altra branca del Regno animale (Vedi § 260 e la nota) si compone quasi sempre di *ossa*, ed il più spesso è architettato come nell' uomo: altre volte però, così per esempio

(1) In questo schizzo generale dei vertebrati non venne compreso l'*amphioxus* vista la molta imperfezione del suo organismo, e tale che quantunque questo strano animale si trovi vicino ai pesci, pure manca di un gran numero dei caratteri proprj alla branca alla quale essi appartengono.

nelle *Razze*, si compone di cartilagini, anzi in certi pesci riducesi ad uno stato pressochè membranoso. Già innanzi (§ 259 al 282) ne abbiamo detto quanto basta, sicchè ora ripeteremo soltanto che la parte più costante dello scheletro, e meno soggetta a variazioni, è quella maniera di fusto osseo dentro il quale decorre l' asse cerebro-spinale, e che si compone *della colonna vertebrale* e del *cranio;* infatti, in alcuni rettili, come nelle rane, vedonsi mancare le costole; in altri non esiste lo sterno; l'ossatura poi dei membri è variabilissima; talora mancano tutte quante le ossa che d'ordinario compongono questi organi (come trovasi nei colubri, ecc.); altrove diminuiscono in numero. E qui si noti che nelle specie acquatiche i membri del torace sono molto più sviluppati e più costanti degli addominali, laddove nelle terrestri i membri posteriori mantengono la loro importanza più comunemente dei toracici, i quali molto di frequente ci danno esempj di uno sviluppo incompleto. Sarebbe pure inutile ridire delle modificazioni che subiscono questi organi per farsi atti a sopperire acconciamente alle funzioni alle quali sono preposti, essendosene lungamente discorso dal § 289 al 295; però devesi avvertire che la regione caudale del corpo, essendo più ch'altro utile al nuoto, trovasi più sviluppata nei pesci che in altro qualsiasi vertebrato; presenta una struttura costante negli uccelli perchè ha molta parte anche nel volo; e tornando poco o punto vantaggiosa ai mammiferi ed ai rettili essenzialmente terrestri, questi il più spesso ne vanno affatto privi. Infine deve anche avvertirsi che nello scheletro degli animali i quali tengono un posto inferiore nella serie dei vertebrati, d'ordinario s'incontra un numero maggiore di parti che non nei mammiferi e negli uccelli; ciò che pare dipenda più ch'altro da un tal quale *soffermo di sviluppo* che impedì alle parti elementari di questa impalcatura di saldarsi progredendo coll' età, come avviene nelle specie a sangue caldo, e formare le ossa maggiori. La moltiplicità di pezzi ossei distinti notasi principalmente nella testa, che nei rettili è già molto suddivisa, e nei pesci è frammentata in modo sorprendente; circostanza per la quale talvolta riesce difficilissimo lo stabilire le analogie di composizione che per l'ordinario si manifestano tra lo scheletro degli animali vertebrati e lo scheletro umano.

§ 384. Il sistema nervoso è molto più sviluppato nei vertebrati di quello lo sia in tutte le altre partizioni del Regno

e la più voluminosa è la parte centrale. La sensibilità dei vertebrati corrispondendo a questa loro organizzazione, ne avviene che essi superano nell' intelligenza qualunque altro animale.

Il loro asse cerebro-spinale ha gli stessi rapporti di giacitura e la stessa composizione fondamentale di quello dell'uomo; sta, cioè, interamente sul lato dorsale del corpo, e sopra il tubo digestivo (fig. 128), e vi si ponno sempre discernere un cervello (composto di due emisferi), dei lobi ottici, un cervelletto, ed un midollo spinale; solo che, mano mano si discende dall'uomo ai pesci, l'encefalo s' impiccolisce, e si semplifica in quanto alla struttura. Anche i nervi di tutti i vertebrati somigliano più o meno ai nervi dell'uomo; quelli spettanti alle funzioni di relazione provengono sempre dall'asse cerebro-spinale, e nascono quasi tutti da due radici, l'una delle quali porta alla sua base un ganglietto. I nervi dei visceri appartengono pel maggior numero al sistema gangliare, che si lega costantemente al cerebro-spinale per un numero indefinito di ramoscelli, i quali s' anastomizzano coi nervi rachidiani. In fine i sensi esteriori sono costantemente cinque, e gli organi in cui risiedono dispongonsi presso a poco come nell' uomo.

§ 385. L'apparato digestivo non presenta anch'esso in tutta questa gran divisione del Regno animale, che diversità leggierissime. I due orifizj del condotto alimentare distanno sempre moltissimo l'uno dall'altro. Le mascelle si aprono nella direzione della linea mediana del corpo e mai lateralmente, come negli animali anellati; l' intestino sta sospeso dentro l' addome per mezzo del mesenterio (§ 45), ed il chilo vien sempre tradotto dall' intestino nelle vene mediante appositi canali, spettanti al sistema dei vasi linfatici.

§ 386. Il sangue, che è sempre rosso e molto più ricco di globoli che non lo sia negli animali inferiori, giunge al cuore pel veicolo delle vene; ivi dapprima entra in un'orecchietta, poi in un ventricolo, che lo spinge o tutto o quasi tutto nell' apparato della respirazione; generalmente questo liquido nutriente prima di spargersi da colà nelle varie parti del corpo ritorna al cuore; altre volte però affluisce direttamente dall'organo di respirazione a tutto il corpo, e l' impulso circolatorio ora è dato da una sola orecchiette e da un solo ventricolo, ora da due orecchiette e da un ventricolo unico, ora infine da un cuore composto di due ven-

tricoli e due orecchiette (vedi § 107, 108, 109). La respirazione ha luogo costantemente in un apparato apposito posto in una cavità interna; ma non è però sempre aerea come nell' uomo, effettuandosi ora mediante i polmoni, ora per mezzo delle branchie.

Così pure due tra gli organi secretori descritti nell' uomo, cioè il fegato ed i reni, non mancano mai ai vertebrati, nella maggior parte dei quali esistono anzi ed il pancreas ed una milza più o meno sviluppata.

§ 387. Pare dunque che la natura si sia attenuta ad un solo piano generale creando questi esseri, i quali però differiscono tutti fra loro, e taluni per condizioni economicamente importantissime. Condizioni dietro la scorta delle quali possiamo dividere questa branca del Regno animale nelle cinque classi dei mammiferi, degli uccelli, dei rettili, dei batraci e dei pesci.

CLASSE DEI MAMMIFERI.

§ 388. La classe dei mammiferi si compone dell'uomo e di tutti gli animali che meglio lo rassomigliano nei punti più essenziali della organizzazione. Essa naturalmente primeggia fra tutte come quella nella quale stanno raccolte le specie fornite dei movimenti più svariati, delle più delicate sensazioni, di un maggior numero di facoltà. e di migliore intelligenza, e c'importa di conoscerla meglio delle altre, perchè contiene gli animali più utili e pel nutrimento che ci forniscono, e pel sussidio che da essi traggiamo pei nostri lavori, e per le materie che tributano alle industrie.

Il più spesso è facile distinguere anche a prima vista un mammifero da un uccello, da un rettile o da un pesce, perchè soli fra i vertebrati hanno il corpo coperto di peli, e perchè i loro tratti generali s' allontanano di poco da quelli delle specie che abbiamo continuamente sotto occhio, e siamo abituati a ritenere quali tipi di questo gruppo: altre volte però è necessario ricorrere ad un' analisi più attenta essendovene di quelli che hanno la pelle nuda, ed invece di rassomigliare ad un cane, ad un cavallo od a simili animali, si disegnano alla maniera dei pesci; tali sarebbero il porco di mare o focena (fig. 168) e la balena che infatti il

volgo suole confondere coi pesci quantunque ne differiscano essenzialmente perchè forniti di mammelle, e pel modo col quale respirano, e per molte altre condizioni non meno importanti.

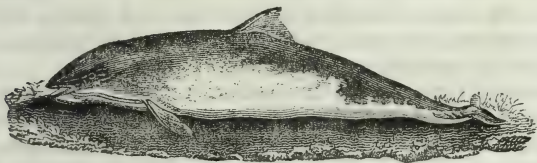



Fig. 168. Phocæna.

§ 589. **Sviluppo ed allattamento**. — Tra le principali condizioni dei mammiferi deve notarsi il modo col quale si sviluppano e si alimentano nei primi momenti di loro esistenza. Essi ponno dirsi tutti vivipari, e durante il periodo embrionale non portano seco stessi un cumulo di materie nutritive come avviene nelle specie ovipare, ma attingono direttamente quella sostanza dal sangue materno; anzi per un tempo più o meno lungo continuano a vivere a spese della madre anche dopo nati, perchè essa gli allatta.

Il latte destinato a simile uso è un liquido bianco, opaco, formato d'acqua con entro sciolti dello zucchero di latte, del caseo, qualche altro sale, e dell'acido lattico libero, ed inoltre contiene sospesi dei globetti di butirro. Le sue qualità variano leggermente nelle diverse specie, e ponno essere modificate dagli alimenti dei quali l'animale si era nutrito; per l'ordinario facendolo evaporare lascia per residuo da 10 a 12 per 100 di parti solide, proporzione che però dipende dalle circostanze.

Questo liquido alimentare vien emunto da certe ghiandole speciali dette le *mammelle*, le quali esistono in ambo i sessi, ma funzionano soltanto nelle femmine; si diede il nome di *mammiferi* o *mammali* agli animali del gruppo ora in discorso, perchè tutte le altre classi del Regno mancano di organi analoghi.

Per l'ordinario il numero delle mammelle corrisponde quello degli individui che sogliono nascere da ciascun parto. Spesso se ne contano due sole (nelle scimmie, nell'elefante, nella capra, nel cavallo, ecc.); altre volte sono più numerose;

la vacca, il cervo, il leone ne portano quattro; il gatto otto; il porco ed il coniglio dieci; il ratto da dieci a dodici; ed una specie di porcelletto d'India (*l'agouti*) dodici a quattordici. Inoltre variano anche di posizione: nelle scimmie e nei pipistrelli stanno sul petto come nell' uomo; il più spesso nei carnivori sono addominali o toraciche; nel cavallo, nel bue, nel montone, trovansi collocate anche più all'indietro, cioè presso alle articolazioni dei membri posteriori.

Talvolta i piccoli dei mammiferi vengono alla luce cogli occhi aperti, e ponno correre tosto in busca di cibi; ma nella comune dei casi nascono cogli occhi chiusi, e sono così deboli che appena sanno muoversi; anzi ve ne sono di quelli che ponno dirsi partoriti immaturi, perchè il loro corpo è tuttora molto imperfetto, e non vivrebbero se in certo modo non si innestassero alle poppe della madre, dove restano sospesi per più o meno di tempo. E qui si noti

Fig. 169. *Sariga.*

che quasi tutte le specie che figliano dei parti così imperfetti hanno la pelle del ventre foggiata, presso alle mammelle, a modo di un sacco, dentro il quale la prole trova asilo e protezione. Questa singolare struttura forma il carattere delle sarighe (fig. 169), dei kanguroos, e degli altri *marsupiali*, che abitano quasi esclusivamente nell'Oceania. I giovani vengono a termine nell' interno di questa sacca, dove ciascuno sta sospeso ad un capezzolo, il quale entrandogli profondamente nella bocca gli versa in gola il latte spremuto dalle ghiandole mammali per mezzo della contrazione dei muscoli che avvolgono queste ghiandole. Giunto il momento se ne staccano; nè perciò cessan di poppare, chè anzi per molto tempo dopo usciti dal sacco nel quale ebbero la prima abitazione, cercano ritornarvi onde essere protetti dal freddo o dai pericoli.

§ 390. **Tegumenti.** — Come l' abbimo già notato, la pelle dei mammiferi presenta dei particolari notevoli. È nuda soltanto in pochissime specie, e quasi sempre trovasi sparsa di *peli*, che servono a proteggerle ed a trattenere il calore che si svolge dall' interno dei loro corpi. Queste appendici tegumentali hanno poi tanta importanza come caratteri della classe, che il signor de Blainville, uno tra i più distinti zoologi viventi, pensò di sostituire al nome di mammiferi quello di *piliferi*, il quale può anche contraporsi agli altri nomi di *penniferi* e *squammiferi* con cui egli proporrebbe di designar gli uccelli, ed i pesci.

I peli vengono prodotti da certi minuti organi secretori nicchiati nello spessore del derma, e sottostanti immediatamente ad esso. Cadaun pelo si forma in un sacchettino ovoide, detto la *capsula*, che ha le pareti bianche e forti, e s' apre esternamente con un piccolo orifizio; di dentro queste nicchie sono rivestite da una membrana ora rossastra, ora diversamente colorata, la quale pare una continuazione della rete mucosa della pelle, e portano nel fondo una papilla conica, ossia un *germe* che accoglie i nervi ed i vasi sanguigni, e dà origine al pelo. Quasi tutta la sostanza onde sono composte queste appendici tegumentali, ha molta analogia col muco diseccato, e quando si esaminano col microscopio talvolta riesce di vederle costituite da una serie di piccoli coni inseriti per la punta l'uno dentro l'altro; nella comune dei casi però appajono come semplici tubi cornei che si direbbero pieni di una materia polposa. Nella maggioranza degli

animali sono cilindrici, e più grossi alla base di quello lo siano all'apice; non di rado però si presentano più o meno schiacciati, anzi talvolta lamellari come fili d'erba; ora hanno la superficie affatto liscia, ora sono scannellati, o forniti di piccole asperità, od anche trovansi moniliformi; infine variano pure in quanto alla grossezza, alle forme, ed alla elasticità, non solo da un animale all'altro, ma nelle diverse regioni del corpo di uno stesso individuo.

Si adoperano nomi diversi per distinguere le diverse varietà di peli, a seconda la loro natura o le parti sulle quali crescono. Così si dicono *aculei* o *pungilioni* quelli tra questi

Fig. 170. *Porco-spino.*

filamenti cornei i quali sono molto grossi, acuti e durissimi, e somigliano a spine (come è nell' istrice e nel porco-spino); e *setole* gli altri meno grossi e meno resistenti, ma tuttora ispidi, eccettuato però verso la punta (come è nel cignale). Il *crine* non diversifica dalle setole che per essere più elastico e meno grosso; in generale è rettilineo, qualche volta però, e principalmente quando sia molto lungo, si piega ad onde. La *lana* è una maniera di peli lunghi, finissimi, ed increspati in ogni direzione; infine la *pelurie* e la *borra*

compongonsi di peli anche più tenui e mollissimi, i quali ordinariamente stanno sepolti in uno strato più o meno folto di peli ordinari.

Quantunque il colore dei peli sia molto svariato, ciò nullostante quelle sue diverse tinte ponno riferirsi al bianco, al nero, al bruno-rosso od al giallastro; ed a quanto pare sono dovute ad un olio colorato solubile nello spirito di vino bollente, perchè, quando ricorrendo a simile processo lo si estrae dai peli, essi tutti diventano grigio-gialli. Nei capelli bianchi si trova un olio bianco, nei rossi rossigno; nei capelli neri si riconobbe la presenza di un olio tinto in nero dal solfuro di ferro (1). Talora i peli sono tutti di una tinta da cima a fondo; ora sono più foschi all' apice che non alla base; ora in fine presentano una schiera di anelli alternamente bianchi e colorati. Del resto la loro tinta varia con molta facilità nelle diverse regioni del corpo, e la disposizione generale di quei colori forma ciò che si dice il *mantello* di un animale. In generale i colori sono più intensi nella parte superiore del corpo di quello lo sieno inferiormente, e quando formano delle macchie, queste il più spesso si disegnano su ambi i lati con una tal quale simmetria : a meno però che gli animali non siano ridotti in domesticità, perchè allora presentano in questo soggetto le più grandi irregolarità.

Per l' ordinario il mantello è eguale in ambo i sessi, e varia di poco nelle diverse età. Vi hanno però certe specie che in gioventù portano delle macchie e delle tinte svariate, le quali scompajono col crescere della vita; anzi spesso avviene che i mammiferi mutino colore al mutarsi delle stagioni.

In generale i peli cadono annualmente in una stagione prefissa, e sono surrogati da altri peli: la qual *muda* avviene il più spesso in primavera od in autunno. Talvolta il nuovo pelo è in tutto simile all'antecedente, altre volte invece riesce molto diverso o nel colore, o nell'abbondanza, o nella natura. Così lo scojattolo comune (fig. 98), che in estate ha il mantello rosso-bruno, nell' inverno si tinge di un bel grigio-viola. Egli è in questa stagione che le pelliccie dei mammiferi sono per l'ordinario molto più folte, giacchè allora portano

(1) Inoltre nelle diverse specie di capegli esiste dello zolfo, che, combinandosi facilmente col piombo o con altri metalli, dà origine a dei solfuri. Quindi si ponno annerire i capelli applicandovi dei sali di piombo, di mercurio, ecc., giacchè tale è il colore del solfuro che si forma con essi.

sotto i crini o peli morbidi una quantità di pelurie sempre maggiore dell'ordinario. La diversa temperatura produce gli stessi effetti anche nelle specie che vivono in climi diversi; quelle delle regioni fredde hanno una pelliccia folta e ricca in pelurie, mentre i peli degli abitatori di climi caldi sono corti, aspri, rigidi e pochi.

Le pelliccie sono tanto più pregiate quanto più fine, folte, morbide e lucenti, e da quanto dissimo sull'influenza che hanno le stagioni ed il clima intorno all'inviluppo tegumentale dei mammiferi facilmente potrà indovinarsi che le migliori pelliccie ci provengono dai paesi più freddi e dalle montagne, e che sono quelle raccolte nell'inverno. Infatti si traggono quasi tutte dal nord, dove formano per la Siberia e l'America più settentrionale un oggetto principalissimo di commercio.

Quando i bulbi dei peli sono molto stipati gli uni contro gli altri, allora avviene che saldandosi, compongano delle lamine solide; tale è l'origine delle scaglie che coprono certi strani mammiferi conosciuti col nome di *pangolins* (*Manis*) (fig. 171), e dell'armatura dei tatu (*Dasypus*). Gli anatomici poi concordano tutti nell'attribuire un'origine comune alle unghie ed alle corna.

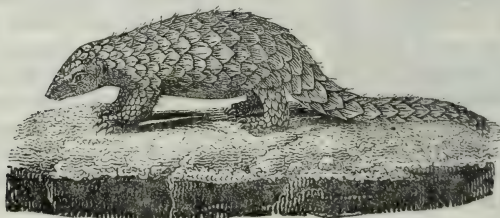



Fig. 171. Manis.

§ 391. **Scheletro**. Il corpo s'informa principalmente dallo scheletro. Però talvolta presenta dei particolari che non corrispondono con quell'impalcatura interna, quali sarebbero le gobbe dorsali o scrigni del camello (fig. 172), le quali non sono sorrette da nessun osso, ma constano semplicemente da una massa di tessuto pinguedinoso.

Lo scheletro dei mammiferi, per quanto spetta alle forme, presenta sempre molta analogia con quello dell' uomo già

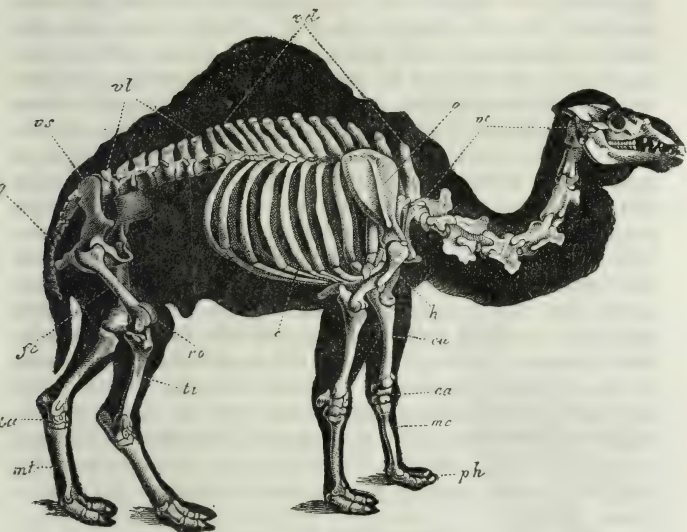



Fig. 172. *Scheletro di un camello.* (Vedi a pag. 194.)

altrove descritto (§ 269, ecc.) E le differenze che ponno notarsi nei diversi animali di questa classe dipendono essenzialmente:

1.° Dall' assenza dei membri addominali nei mammiferi pesciformi, cioè nei marsoini (fig. 170), nelle balene, e negli altri animali che i zoologi compresero nell'ordine dei cetacei.

2.° Dal numero decrescente della dita o dalla mancanza della clavicola nella maggior parte di quelle specie che fanno uso dei membri soltanto per camminare.

3.° Da qualche diversità nel numero delle vertebre, e più spesso di quelle delle regioni dorsale e caudale.

4.° Dal diverso volume relativo delle stesse ossa.

§ 392. **Conformazione della testa**. — La forma della testa, in quanto spetta alla sua parte ossea, varia di molto secondo che la faccia è più o meno sporgente, o il

cranio prende maggiori dimensioni; nè sarà inutile tener conto di queste differenze perchè, come lo abbiamo visto, esiste in generale un rapporto diretto tra l'intelligenza di un animale e le proporzioni relative delle dimensioni del suo cranio (§ 342). Mano mano gli animali si allontanano dall'uomo hanno il cranio più piccolo: maggiori le mascelle e le fosse nasali; le orbite deviano sempre più lateralmente, e separansi sempre meno dalle fosse temporali; infine l'osso occipitale, pel quale passa il midollo spinale, ed i due condili che servono ad articolare la testa colla colonna vertebrale invece di coincidere colla metà della regione inferiore del cranio, indietreggiando sempre maggiormente finiscono col trovarsi sulla sua faccia posteriore; di modo che le mascelle non formano più un angolo retto, colla colonna vertebrale, ma diventano paralelle all'asse del corpo. Del resto vi si riscontrano quasi sempre le stesse ossa, e la maniera colla quale si articola la mascella inferiore è caratteristica alla classe dei mammiferi. Quest'osso si annette immediatamente al cranio con due condili sporgenti, e quella parte del temporale che li ricetta si confonde coll'osso petrigno, e fa parte delle pareti del cranio; invece negli uccelli, nei rettili e nei pesci la mascella inferiore trovasi sospesa ad un osso intermedio tra essa e l'osso petrigno.

§ 393. Nella conformazione del capo di parecchi mammiferi può notarsi la singolare esistenza di *corni* più o meno lunghi; le quali appendici talvolta dipendono semplicemente dalla pelle, e pajono formate da peli agglutinati, tale almeno è la natura del corno nasale del rinoceronte (fig. 173); in generale però sono dovute ad un prolunga-

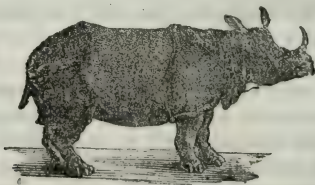



Fig. 173. *Rinoceronte.*

mento dell'osso frontale che forma l'asse di quelle appendici. Tutti i mammiferi muniti di corna internamente sorrette da

un fusto osseo spettano all'ordine dei *ruminanti*, ed hanno quelle appendici costrutte in modi notevolmente diversi. Ora, come sarebbe nella giraffa, la protuberanza ossea resta coperta dalla pelle del fronte, che non perciò differisce dalla restante pelle della testa, e non si distrugge mai (fig. 200); invece altre volte la parte ossea del corno, la quale dapprima era vestita di una pelle velluta, si spoglia di quel tegumento; anzi, dopo essere rimasta nuda per un certo lasso di tempo, cade essa stessa, cedendo il posto ad un nuovo corno, destinato a subire le eguali vicende; del che ci forniscono esempio i cervi (fig. 175). Infine vi hanno degli animali nei quali il fusto osseo delle corna va perennemente crescendo dentro una maniera di guaina di sostanza elastica, detta *sostanza cornea*, analoga alla sostanza delle unghie, e che si depone a strati. Questi astucci, che pare sieno essi pure formati di peli agglutinati, vengono detti *corni vuoti*, e si trovano in parecchie specie dei generi bue, montone, capra (fig. 174) ed antilope. Non dimenticheremo di notare che il fusto osseo di questi animali, eccettuato però quello delle antilope, porta internamente scolpite delle vaste celle, le quali comunicano coi seni frontali del naso, e che perciò sono ripiene d'aria.

Fig. 174.
Testa di un capro.

Merita pure d'essere ricordata la maniera, d'altronde semplicissima, colla quale si formano e si rinnovano le corna dei cervi. Quando abbiano tocca una età determinata s'alza ad ambo i lati delle loro ossa frontali un tubercolo, che può ritenersi analogo a quelli che i medici dicono *esóstosi*, od ai *calli ossei* che si formano dietro frattura all'estremità delle ossa ordinarie, e ne rinforzano la cementazione. Queste protuberanze, che sono tessute molto fittamente, crescendo con grande celerità alzano la pelle che le copre, la quale trovandosi in uno stato quasi d'infiammazione attira molta copia di sangue dai moltissimi vassellini che decorrono alla superficie dell'escrescenza; ma presto alla base di questo tubercolo osseo si forma un cerchio di tubercoli minori, che, ingrossando, comprimono ed ostruiscono i vasi ali-

mentari, sicchè la pelle non più nudrita dal sangue, inaridisce, muore e cade. Il corno rimasto nudo subisce tantosto

Fig. 175. *Cervo.*

la sorte di tutte le ossa, le quali, non più protette dalle parti molli, trovansi esposte all'aria, e viene affetto da *necrosi* nello stesso modo che ne vengono intaccate le ossa umane in conseguenza di qualche ferita; per il che si stacca dal cranio e cade. L' animale però resta disarmato per breve tempo, giacchè ordinariamente la piaga lasciata dal corno caduto si copre in ventiquattro ore di una leggiere pellicola, e presto dove esisteva quell'appendice se ne alza una novella. In generale le nuove corna sono sempre maggiori delle precedenti, anzi s'accresce anche il numero dei loro palchi; ma non perciò durano più a lungo cadendo come le antecedenti dopo aver subíte le stesse vicende.

Questo strano fenomeno avviene il più spesso in primavera, e si ripete regolarmente in ciascun anno. Del resto pare che esistano delle relazioni dirette tra l'epoca della caduta delle corna, e l'altra, anch'essa periodica, nella quale le funzioni di riproduzione sono più attive; giacchè quei cervi in cui la crisi amorosa non fu violenta, mantengono quelle loro appendici per oltre un anno. Infine non sono che i maschi i quali ordinariamente portano la testa ornata a quel modo, eccezion fatta dalle renne, nelle quali sono cornuti gli individui spettanti all'uno ed all'altro sesso.

§ 394 La testa di altri mammiferi offre una nuova e

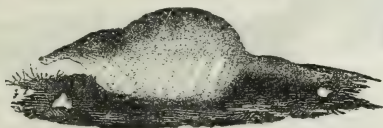
non meno strana anomalia, conseguente dallo sviluppo straordinario del naso, che s' allunga in una *tromba* mobile e prensile. Tale è la natura di quell' organo che dà all' elefante l' aspetto che gli è particolare, e gli fornisce attitudini affatto proprie. Esso è formato di un doppio canale che continua superiormente colle fosse nasali, e nell' interno trovasi rivestito da una membrana fibro-tendinosa a cui s' innestano migliaja di muscoletti decorrenti in direzioni diversissime, e così architettati che lo

Fig. 176. *Elefante de le Indie.*

allungano, raccorciano, e piegano in ogni verso; inoltre porta superiormente una valvola cartilaginea ed elastica, che, se non viene alzata per volontaria contrazione dei muscoli, preclude la via che dalle fosse nasali si porta all'esterno; infine termina al capo libero con una appendice digitiforme, essa pure mobilissima. Giovato di questa lunga tromba, l'elefante può prendere tutto ciò che vuol mettersi in bocca, cogliere le erbe e le foglie, suo alimento naturale, ed aspirare il liquido che poi si soffia in gola; e, vista la conformazione generale del suo corpo, è certo che senza un simile organo non potrebbe esistere. In fatti, onde gli venga fatto di raccogliere sul terreno la pastura, quando un animale manchi di stromenti speciali di prensione, bisogna che abbia il collo proporzionato alla lunghezza delle gambe, sicchè abbassando il capo tocchi terra colle labbra senza piegarsi sulle ginocchia. Se ha le gambe lunghe dovrà avere il collo di una lunghezza pari; condizione la quale non può combinarsi con una testa molto voluminosa e molto greve, perchè questa non potrebbe essere sostenuta in cima ad un collo appena protratto. Quindi vediamo che tutti gli animali sorretti da lunghe gambe, e che si appropriano le sostanze alimentari direttamente e colla bocca, hanno, come la giraffa (fig. 200), il collo lunghissimo e piccola la testa, mentre invece il collo degli altri che hanno il capo voluminoso e greve, o che devono eseguire colla testa dei movimenti molto energici, è cortissimo. Ora gli elefanti sono animali voluminosissimi, che portano molto lontano dal suolo una testa corrispondente al peso delle enormi zanne, le quali s'impiantano nella loro mascella superiore, e perciò molto pesante e tale da richiedere il sostegno di un collo corto; quando mancassero della tromba il loro corpo dovrebbe essere architettato su un piano affatto diverso.

Gli elefanti, dei quali attualmente esistono due sole specie, l'una particolare dell'Affrica, l'altra nativa delle Indie, sono i soli mammiferi che ponno dirsi veramente muniti di quest'organo, quantunque altre specie della stessa classe, destinate a smuovere il terreno per cercarvi gli alimenti, ci presentino talvolta qualche cosa di analogo. Tali sarebbero i tapiri (fig. 177), animali molto simili ai majali, il naso dei quali sporgendo oltre la bocca forma una piccola tromba che s'allunga e si accorcia; ed il sorcio moschiato (Desman, Mygale fig. 178) piccolo insettivoro af-

fine ai topo-ragni, ma fatto per nuotare, e che vive nelle topinaje che si scava negli argini.

Fig. 177. *Testa di un Tapiro.* Fig. 178. *Sorcio moschiato.*

§ 595. **Del Tronco**. — La colonna vertebrale non presenta in tutta quanta la classe che leggieri modificazioni, conservando sempre gli stessi caratteri che le si osservano nell'uomo (§ 271); quindi noteremo soltanto che varia in lunghezza, essendochè il numero delle vertebre di cui si compone non è sempre lo stesso; le quali differenze numeriche dipendono principalmente dall'ineguale sviluppo della regione caudale, che talvolta manca affatto, come, per esempio, nei pipistrelli del genere Pteropus; altre volte ha sino a 40 o 50 ed anche 60 vertebre; inoltre vogliasi notare che quelle del coccige presentansi in due modi differenti secondo che si conserva pervio, o trovasi affatto chiuso il canale dentro cui sta il midollo spinale; infine le loro apofisi sporgono tanto più quanto la coda è più robusta e più mobile. Quest' organo non giova che poco o punto ai movimenti della maggior parte dei mammiferi, in alcuni però serve come valido stromento di locomozione. Così si vedono i kanguroos (fig. 85), ed i dipi o topi saltatori alzarsi o slanciarsi poggiando sui piedi posteriori e sulla coda come su un triangolo; in moltissime scimmie americane è prensile, e serve loro come una quinta mano per sospendersi ai rami (fig. 91); in fine cresciuta a dismisura nei cetacei diventa il principale stromento del nuoto. In questi ultimi si avvertono altresì alcune ossa foggiate a V, che pare in certo modo rappresentino le costole, e servono a rinforzare i muscoli

flettori di questa regione del corpo (fig. 179). Variano altresì e di molto le dimensioni del collo che, per esempio,

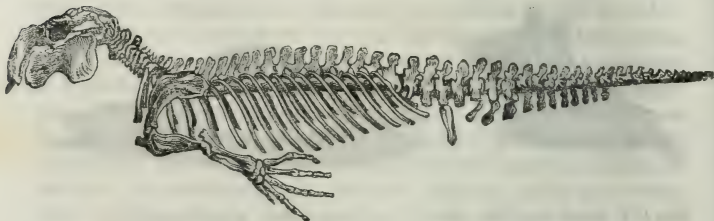



Fig. 179. *Scheletro di un Cetaceo* (un Dugong).

nella giraffa è lunghissimo e quasi nullo nella balena, ben che le vertebre sieno quasi costantemente in numero di sette come nell'uomo. I soli due casi d'eccezione a questa regola vengono forniti dall'ai che ne ha nove, e dal lamantino (*Manatus*) nel quale se ne contano soltanto sei.

§ 396. Anche il torace subisce poche modificazioni; il numero delle costole corrisponde sempre al numero delle vertebre dorsali, che il più spesso sono da 12 a 14 paja, raramente di più; tra i quali pochissimi casi ponno ricordarsi il cavallo che ne ha 18, e l'elefante delle Indie, che ne porta 20 paja. Lo sterno è in generale stretto e piatto, meno nelle nottole, le quali avendo sviluppatissimi i muscoli flettori delle ali, devono presentar loro una congrua superficie d'inserzione, onde l'azione che esercitano volando. Infatti in mezzo al loro sterno s'alza spesso una cresta sporgente, la quale ricorda quanto notasi costantemente nello sterno degli uccelli. Infine tutti gli animali di questa classe hanno lo speco del torace diviso da quello dell' addome per un tramezzo interamente costituito dal muscolo diaframma.

§ 397. **Dei membri.** — Tutti i mammiferi ordinarj hanno quattro membri, questi però nella balena e negli altri generi pesciformi, detti cetacei, si residuano a due, mancando essi degli addominali (fig. 179). Come si notò nell'uomo compongonsi sempre di una regione basilare e

di una leva articolata che si divide in tre o quattro parti precipue, cioè il braccio o la coscia, l'avanbraccio o la gamba, e la mano od il piede; abbiamo però avvertito (§ 294, ecc.) che le forme di queste diverse parti sono soggette a variare secondo gli ufizj ai quali sono preposte.

La regione basilare del membro toracico, ossia la spalla, si compone essenzialmente, come ci avvenne già di ricordarlo, di quel grand'osso piatto, detto l'omoplata o la scapola, che si applica alle costole, serve di appoggio al braccio, e s'estende tanto maggiormente in direzione parallela all'asse spinale, quanto l'animale muove più energicamente le braccia, perchè mediante una simile conformazione i muscoli destinati a trarre i membri contro il tronco trovano dei punti d'inserzione molto più estesi. L'omoplata dei mammiferi che adoperando i membri toracici per prendere o per volare li tirano violentemente verso il petto, è mantenuto in posto dalla clavicola, che per l'un capo s'articola con esso. e coll'altro s'appuntella allo sterno (fig. 77); gli altri invece che non devono eseguire simili movimenti, o lo fanno di raro e con minore energia valendosi delle membra soltanto per camminare o nuotare, mancano della clavicola od hanno una clavicola rudimentale; condizione comune a tutti i quadrupedi forniti di zoccolo, ed a parecchie altre specie. Invece in certi stranissimi mammiferi della Nuova Olanda, quali sarebbero gli ornitorinchi, le ossa della spalla si sviluppano moltissimo, e si dispongono in modo da ricordare meglio la struttura delle lucertole e degli uccelli, che non quella degli altri mammiferi. Uno di quei loro ossi, che ha la forma di un Y (*d*, fig. 180), appoggiandosi sull'estremità anteriore dello sterno (*s*), e mandando due rami agli omoplata, imita la forchetta degli uccelli; due pezzi sottostanti a questa clavicola forcuta rappresentano l'osso coracoide degli uccelli e delle lucertole (*co*); in fine l'omoplata stesso (*o*), anzichè finire con quella fossetta che

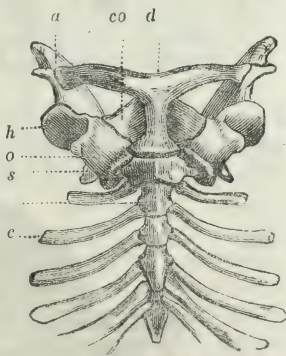



Fig. 180.

per l'ordinario dà ricetto alla testa dell'omero, spingendosi oltre si salda direttamente collo sterno (*s*).

Le funzioni della region basilare delle membra addominali variano meno di quelle della spalla, quindi le sue forme riescono più costanti. Meno nei cetacei, il bacino dei quali è rudimentale, le ossa delle anche s'articolano sempre immobilmente col sacro, saldandosi tra loro al capo inferiore in modo da dar origine ad un anello continuo più o meno evaso. Questa cintura, ossia il *bacino*, varia di molto tanto nelle forme che nelle dimensioni, e può notarsi che, a circostanze d'altronde pari, quanto gli animali hanno più larga questa regione dello scheletro, mantengonsi più facilmente sui membri addominali. Si aggiunga che i muscoli dell'addome, allorchè trovansi foggiati a sacco, come avviene nelle sarighe e negli altri marsupiali, sono sorretti da due ossa particolari provenienti dalla parte anteriore del bacino, e che dagli anatomici ricevettero il nome di *ossa marsupiali* (fig. 181, *m*).

Fig. 181.

In tutti i mammiferi tanto il braccio quanto la coscia non presentano che un osso solo, cioè l'omero od il femore, le altre dell'avanbraccio e della gamba sono comunemente le stesse che abbiamo descritte nell'uomo; però i pipistrelli hanno tanto nei membri anteriori quanto nei posteriori un rotolo distinto. In generale tutte queste ossa si scorciano e si dilatano in ragione diretta dell'energia richiesta dai membri: od invece si allungano e si assottigliano quanto più l'animale dovrà essere agile. La talpa (fig. 182), che si vale dei membri anteriori per aprirsi

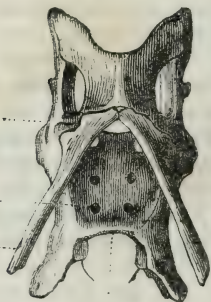
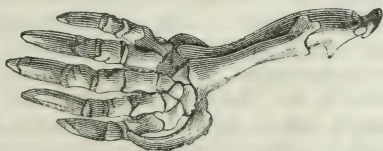



Fig. 182. *Talpa.*

le gallerie sotterranee, ed il muschio (fig. 184), maraviglioso per la sua molta leggierezza e l'ardire de'suoi slanci,

Fig. 183. *Omero di una Talpa.* *Zampa anteriore.*

ponno fornirci esempi di queste due opposte modificazioni.

Quando la mano da organo di prensione si fa stromento di locomozione, allora non essendo più necessario che il radio giri sul cubito, vi si salda per modo che non è possibile distinguernelo; lo stesso avviene del peronéo, che nei quadrupedi forniti di zoccolo si unifica interamente colla tibia.

Fig. 184. *Muschio.*

Variano altresì in questa classe di animali le forme delle mani e dei piedi, secondo che i membri servono per camminare, per prendere gli oggetti, per nuotare o per volare; ma sarebbe inutile l'intrattenerci in questi argomenti avendo già altrove avuta occasione di far conoscere simili modificazioni; piuttosto soggiungeremo che le dita non sono mai più di cinque, e che decrescono in numero quanto più i quattro membri servono esclusivamente a camminare.

§ 398. **Organi dei sensi**. — La diversa flessibilità delle dita, e la natura dei loro movimenti influiscono sugli ufizj che adempiono non solo quali organi di locomozione e di

prensione, ma anche come stromenti del senso del tatto. Quando non ponno amplettere gli oggetti onde palparli, e la mano è inetta ad informarsi su di essi il tatto riesce necessariamente imperfetto; diventa poi anche più ottuso in allora che l'unghia, foggiandosi a zoccolo, non che lasciar libera la maggior parte dell'estremità delle dita le racchiude quasi per intero in una maniera di astuccio (fig. 83). Ora la maggiore o minor perfezione di questo senso influisce la sua volta sullo sviluppo dell'intelligenza, e si può asserire che le facoltà dei mammiferi sono quasi sempre, se non forse sempre, tanto maggiori quanto sono più perfetti gli organi coi quali prendono gli oggetti e li palpano.

§ 399. In questa classe gli organi dei sensi sono essi pure costrutti come nell'uomo. Quelle specie che prevalgono per squisitezza di odorato, tali principalmente i carnivori, e, per esempio, il cane, hanno le fosse nasali ed i seni frontali molto grandi, e molto sviluppate le volute che sporgono nella cavità olfattiva: è facile il comprendere i vantaggi di questa disposizione quando si rifletta che per essa si aumenta la superficie della membrana pituitaria che è la sede di esso senso.

§ 400. In generale gli occhi sono proporzionatamente più grossi nei mammiferi notturni che negli altri, i quali cercano la pastura alla luce del sole; e nei primi la pupilla stringendosi sotto l'azione della luce, invece di mantenersi circolare, assume il più spesso l'aspetto di una fessura. Le specie le quali vivendo sotterra, come la talpa, sono condannate ad una piena oscurità, hanno gli occhi piccolissimi, o rudimentali; in fine il cristallino dei mammiferi aquatici è molto più sferico, di quello degli animali che vivono nell'aria; condizione per la quale si accresce la potenza refrangente dell'occhio che, a cose nel resto pari, ha bisogno di raccogliere tanto più fortemente i raggi luminosi, quanto è più denso il mezzo nel quale si trova collocato. Inoltre in fondo all'occhio di parecchi animali trovasi dipinta sulla coroide una macchia di vivo colore, detta il *tappeto*; ma si ignorano gli usi a cui può servire (1). Molte specie hanno una

(1) Il *tappeto* è variamente colorato nelle diverse specie che se ne trovano provviste; il gatto lo possiede di color giallo-dorato pallido, il cane bianco-ceruleo, verde-celeste-dorato il bue, celeste-argentino il cavallo. Il milanese dottor Trinchinetti attribuirebbe quel particolare aspetto luminoso che offrono talvolta nell'oscurità gli occhi del gatto e di altri

terza palpebra ben sviluppata, e posta verticalmente nell' angolo interno delle due palpebre comuni. Infine varia di molto la direzione degli occhi, che nell' uomo guardano quasi direttamente all' innanzi; ma, mano mano si discende nelle serie dei mammiferi verso le specie meno perfette, divergono ai lati, sino al punto che in molte specie il campo guardato da uno di essi è diverso da quello che si presenta all' altro occhio, e l' animale non può vedere dinanzi a sè.

§ 401. Anche l' apparato dell' udito subisce nei mammiferi alcune modificazioni che pajono corrispondere alle diverse costumanze delle specie. Per l' ordinario gli aquatici o sotterranei hanno la conca auditiva piccolissima od anche rudimentale, e discendendo dall' uomo agli erbivori notasi come questa parte dell' orecchio disegna sempre meglio le forme di un corno acustico, si fa sempre più indipendente dalla testa, e diventa più mobile. Può altresì rilevarsi che nei quadrupedi notturni in generale la membrana del timpano occupa maggior spazio, e si trova collocata meno profondamente che nei diurni.

§ 402. **Sistema nerveo.** — Questo differisce nei diversi mammiferi soltanto pel maggiore o minore sviluppo di certe parti. La massa encefalica è sempre di notevole volume sia che s' abbia riguardo alle misure del corpo, sia relativamente alla grossezza dei nervi; ma non tutti gli organi che la compongono concorrono egualmente a questo sviluppo; gli emisferi cerebrali sono molto voluminosi, ed invece molto piccoli od anche rudimentali i tubercoli ottici; diversamente da quanto vedremo in seguito avvenire negli uccelli, nei rettili e nei pesci. Così pure in essi è ordinariamente grandissimo il cervelletto, che si compone sempre di un lobo mediano (il *processo vermicolare-superiore*), di due emisferi composti di lame fogliformi separate

animali alla luce riflessa dalla superficie esterna di quel tessuto, la quale il più spesso è di splendore metallico, non già, come ordinariamente lo si crede, ad uno stato particolare di *fosforescenza* dell' occhio. Quindi pure opina che le proprietà luminose che acquistano gli occhi umani in certe malattie, e, per esempio, nell'*amaurosi*, perciò detta *occhio di gatto*, non sia già dovuta alla mancanza della materia nera della coroide (perchè allora, come si notava parlando degli albini, l' occhio dovrebbe sembrar rosso), ma bensì alla creazione morbosa di una sostanza analoga a quella che normalmente costituisce il tappeto nei mammiferi in discorso.

(*Nota dell' edizione italiana*).

da solchi transversali, ed inoltre di quella commessura che cinge inferiormente il midollo spinale, ed è detta la *protuberanza annulare.* Del resto lo sviluppo di queste parti non solo varia in quanto al volume, ma anche per ciò che spetta i solchi e le circonvoluzioni esteriori; a misura che dall'uomo si discende alle scimmie, da queste ai carnivori, dai carnivori ai rosicchianti ed agli erbivori si vede il cervello generalmente impiccolirsi e farsi più liscio. Nella comune dei casi la faccia cresce in rapporto contrario dell'encefalo e del cranio, di modo che dalla conformazione di una di quelle parti si può sino ad un certo punto arguire dell'altra, e dal loro confronto giudicare approssimativamente la capacità intellettuale e morale della specie (§ 342).

Infine si aggiunga che il cervello dei mammiferi dell'ordine dei marsupiali offre una condizione di imperfezione, tutta propria, conseguente dall'assenza, o dallo stato rudimentale del *mesolobo* o *corpo-calloso*, il quale in tutti gli altri animali della classe in discorso connette sempre ambedue gli emisferi cerebrali.

§ 403. **Funzioni della nutrizione.** — Siccome hanno luogo in tutti i mammiferi presso a poco come nell'uomo, quindi la struttura degli organi preposti a simili funzioni non varia che per poco nelle moltissime specie comprese in questa classe; e le maggiori differenze ci vengono esebite dallo stomaco.

Quasi tutti i mammiferi sono forniti di denti destinati a suddividere i cibi; ma altrove (§ 53) si è avvertito che il loro numero e le loro forme mutano a seconda il regime degli animali. Anzi si è soggiunto che talvolta, come nelle balene, trovansi suppliti da quelle lamine cornee che ricevettero il nome di *fanoni* (fig. 13 e 14), mentre il muso dell'animale altre volte si allunga in un becco corneo larghissimo, piatto e guarnito ai lati di laminette transverse, rassomigliando così al becco dell'anitre; ciò che valse a quegli animali il nome di *ornitorinchi* o becchi d'uccello.

§ 404. Già si avvertiva che lo stomaco dei mammiferi presenta molte varietà di struttura, le quali varietà conseguono da condizioni fisiologiche di molta importanza. Infatti quest'organo nella comune dei casi è semplice come quello dell'uomo (fig. 24) e della scimmia (fig. 3), altre volte invece si compone di una schiera di molti e diversi sacchi; nel qual caso gli alimenti dopo che rimasero per un tempo dato

nella prima di quelle cavità risalgono nella bocca, onde, dopo esservi state macinate più minutamente, ridiscendere nelle parti seguenti del tubo digestivo; al qual fenomeno venne dato nome di *ruminazione*.

Gli stomachi dei ruminanti, e per esempio del cervo e del bue, sono in numero di quattro. Il primo, che è il più capace e che è detto il *panse* (fig. 185), ha l'interna

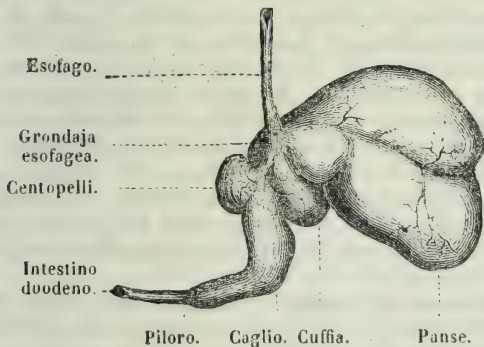



Fig. 185. *Stomachi di un montone.*

parete gremita di papille e coperta di uno strato epidermico (fig. 186), ed occupa gran parte dello spazio dell'addome

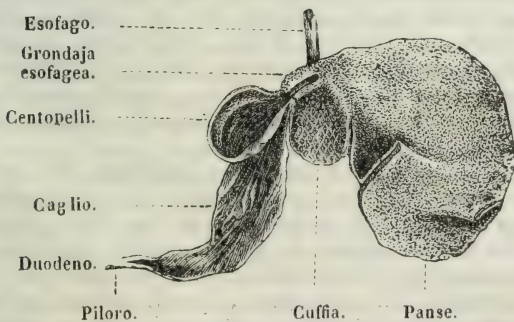



Fig. 186. *Loro struttura interiore.*

principalmente dal lato sinistro Il secondo stomaco, o la *cuffia*, giace a dritta dell'esofago e dinanzi al panse, di cui a primo aspetto par quasi una semplice appendice, vista la sua piccolezza; la mucosa che l'investe internamente, piegandosi in mille modi, disegna delle maglie, o cellole poligone simili ai favi degli alveari. Il terzo, un po' maggiore della cuffia, è posto a dritta del panse, e lo si dice *centopelli* per le molte rughe lungitudinali che gli decorrono internamente, e che potrebbero rassomigliarsi ai fogli di un libro. L'ultimo infine, od il quarto, che ha dimensioni intermedie tra il panse ed il centopelli si trova a destra di quest'ultimo. Internamente ha delle pieghe irregolari, è sempre inzuppato di un liquore acido, cioè del sugo gastrico, e vien detto il *caglio* per quella particolare attitudine che ha questo liquore di cagliare il latte. I tre stomachi nominati pei primi comunicano direttamente coll'esofago, che prima s'apre quasi allo stesso modo nel panse e nella cuffia, poi, continuando in forma di grondaja, sbocca nel centopelli che la sua volta s'apre nel caglio.

Gli alimenti, poichè vennero suddivisi alla grossa dalla prima masticatura, s'accumulano nel panse, da dove non passano nel centopelli, ed infine nel quarto stomaco, che è la sede della vera digestione, se non dopo essere stati portati di nuovo nella bocca per subire una seconda macinatura, o con altra parola per esservi *ruminati.*

Sorprende a primo aspetto il vedere che gli alimenti ora entrano nel panse, ora nel centopelli, secondo che ammaccati semplicemente o spappolati dalla seconda ruminazione, e si volle quasi supporre che gli orifizj di quei sacchi avessero una maniera di tatto elettivo; ma gli esperimenti del signor Flourens mostrano che questo fenomeno, per quanto a tutta prima maraviglioso, dipende semplicemente dalla struttura anatomica di quelle parti, struttura facile ad essere spiegata.

Quando l'animale, come suol farlo, inghiotte una certa massa di alimenti grossolani, questa, giunta là dove l'esofago si prolunga a foggia di grondaja (vedi fig. 186), allarga meccanicamente le labbra di quell'angusto semicanale, che in stato di riposo s'accartoccia come un tubo per la naturale elasticità delle sue pareti, quindi cade nei primi due stomachi immediatamente sottostanti: invece, allorchè ingerisce dei liquidi o degli alimenti, i quali, essendo

attenuati e semifluidi, non sforzano i lembi di quella maniera di grondaja, quell' ultima parte dell'esofago mantiene la forma tubolare, e li sgorga tutti o quasi tutti nel centopelli, dove va a metter capo. Quindi l' immissione degli alimenti nei due primi stomachi od il loro trapasso nella terza caverna digestiva sono dovute alla dilatazione od allo stringimento di quella regione dell' apparato digerente; il quale stato è conseguenza diretta dallo stato fisico della materia alimentare, la quale, secondo che più o meno voluminosa e densa o dilata l' esofago, naturalmente contratto, o scorrendo alla lunga del canale sempre aperto defluisce nel centopelli in cui questo mette foce. Ora gli alimenti deglutiti la prima volta sono appena ammaccati, e formansi di frammenti grossolani e voluminosi; invece, poichè furono ruminati, si mutano in una pasta semifluida; condizioni bastevoli per farli cadere nel panse o lasciarli scorrere sino al centopelli. Generalmente poi s' attribuisce alla cuffia stessa quella regolare rigurgitazione per la quale gli alimenti contenuti nel panse e nella cuffia son fatti risalire nella bocca onde esservi ruminati, e si crede che quel secondo stomaco comprimendo per azione propria la massa alimentare mano mano vi entra, ne formi delle pallottole rotonde, le quali spinge nell' esofago, che dà compimento al processo con un moto vermicolare di basso in alto. Però alcune recenti esperienze dallo stesso fisiologo testè citato porterebbero a concludere che il panse e la cuffia, contraendosi, spingono la massa alimentare in essi contenuta tra i lembi del canale esofageo, il quale, contraendosi la sua volta, ne prende una parte, la separa dal tutto, e la trae su per l' esofago foggiata a palla.

Abbiamo detto che il panse è grandissimo; però non conserva sempre la stessa capacità, e può fornirci un esempio delle mutazioni che produconsi negli organi degli animali a seconda delle diverse circostanze. Infatti, quando i ruminanti poppano e vivono di solo latte hanno il caglio maggiore del panse, e questo si accresce mano mano che viene empiuto di erbe, materie che l' animale deve prendere in grande abbondanza essendo poco nutrienti.

§ 405. Si è già notato che l' intestino varia moltissimo nei diversi animali, tanto in lunghezza come in larghezza, secondo che tirano gli alimenti dal Regno animale o dal vegetale. Quindi in molti carnivori non misura oltre due o

tre volte la lunghezza del corpo, invece negli erbivori il più spesso è lungo dieci volte o dodici e talora, come nel montone, venti volte l'animale. Per l'ordinario si apre direttamente al di fuori, però in alcuni casi sbocca in una cavità detta cloaca, dove mettono capo anche gli organi orinarj. Questa disposizione, offertaci, per esempio, dall'ornitorinco, si ripete poi nella classe degli uccelli. Infine le ghiandole salivali, il fegato, il pancreas, il peritoneo, e le altre parti annesse del canale digerente somigliano quasi sempre a quelle già descritte nell'uomo.

§ 406. Lo stesso dicasi degli apparati della circolazione e della respirazione. Il cuore ha sempre quattro camere distinte, vale a dire due orecchiette e due ventricoli (vedi § 92, fig. 30, 31); i polmoni compongonsi sempre di un grandissimo numero di minutissime cellette, e non lasciano che l'aria passi in altre parti del corpo, come avviene negli uccelli.

Infine il sangue degli animali di questa classe è sempre fornito a dovizie di materie organate, ed i globetti che contiene sono quasi sempre di forma circolare (vedi § 81, fig. 27).

§ 407. In quanto all'intelligenza i mammiferi somigliano all' uomo meglio di qualsiasi altro essere, però abbiamo mostrato altrove (§ 337) come differiscano molto tra loro stessi, e qui potremmo fornire nuove prove di quelle ineguaglianze quando lo spazio ce lo permettesse. Inoltre lo studio delle costumanze dei mammiferi ci porgerebbe occasione di far conoscere varie maniere d' istinti loro dati dalla natura per sopperire alla mancanza di facoltà più nobili; ma le ragioni sopra indicate c' impediscono per ora di aggiungere a quanto dissimo là dove si parlò degli istinti.

Fra tutte le divisioni del Regno animale la classe dei mammiferi è quella che dobbiamo meglio studiare pei molti vantaggi che l' uomo trae dalle specie che entrano a comporla. Essa infatti comprende quasi tutte le specie domestiche che ci tornano così utili, tali, per esempio, il cane, il cavallo, il montone, il bue, e via di seguito. Animali che il più spesso abbiamo ridotti in nostro potere, per modo che non solo sparve quasi sempre dalla superficie del globo la specie primitiva e selvaggia da cui derivarono, ma coll'opera dell' addomesticazione abbiamo mutate e le forme fisiche e le qualità morali degli individui delle razze così soggiogate. Ne sieno prova le differenze che notansi nelle

moltiplici varietà dei cani domestici, le quali, per quanto sieno appariscenti e profonde, pure, provenendo tutte da uno stipite comune, che non sarebbe nè il lupo, nè il chacal, ma un cane poco diverso dal nostro cane-lupo, o da pastore, non ponno essere attribuite che alla nostra influenza.

Ma qual è il magistero pel quale possiamo imporre agli animali un simile giogo, e come possiamo modificarne le forme e le qualità addomesticandoli?

Essi per istinto naturale sfuggono da tutto ciò che gli mette in diffidenza, quindi non si potrà ridurre a domestichezza un animale selvaggio ricorrendo alla violenza. Nè d'altra parte è tratto dalla propria natura ad avvicinarsi a noi che tanto ne differiamo, ed al primo senso di timore che gli incuteremo se si trova libero fuggirà, se è ridotto in schiavitù ci prenderà in avversione. Per cattivarcelo e mansuefarlo sarà dunque mestieri guadagnarne la confidenza coi benefizj.

Uno de' primi mezzi che voglionsi adoperare per sottomettere un animale è quello di soddisfarne i bisogni. L'abitudine di ricevere il cibo dalle nostre mani, rendendolo famigliare, lo lega a noi; e siccome la misura di un benefizio sta nei bisogni di chi lo riceve, la sua gratitudine riescirà tanto più viva e profonda quanto più avrà sentita necessità di cibo: così per dominare tutti gli animali possiamo trar profitto dalla fame come di un mezzo validissimo; il quale mentre desta in essi dei sentimenti di attaccamento, reagisce la sua volta sulla loro volontà infiacchendone l'organismo.

Se all' influenza della fame s'aggiunge l' altra di cibi scelti, e tali che non li troverebbero in natura, si giunge a solleticarne il palato in modo da renderli sempre più riconoscenti, e si creano in essi nuovi bisogni per soddisfare i quali debbono per forza dipendere dall' uomo. I cavalli ed i cani vengono educati a quegli straordinarj esercizj che talvolta li vediamo fare nei circhi, per mezzo dello zucchero e di simili ghiottonerie. A questi mezzi di captazione si ponno anche aggiungere le carezze che su certe specie hanno grandissima influenza. Quando coll'abitudine e coi buoni trattamenti si resero gli animali confidenti e famigliari possiamo far sentir loro la nostra autorità mediante i castighi, e così mutare quel sentimento in un sentimento di soggezione e di tema. Per l'associazione delle idee con-

seguente da questo modo di procedere la famigliarità a poco a poco sminuisce, o si perde anche interamente; però si avverta che la forza non deve mai essere adoperata oltre misura, perchè i soverchi castighi spingono gli animali alla rivolta, e l' intimidazione portata troppo oltre turba tutte le loro facoltà. Anche la veglia forzata è un mezzo efficace per infiacchirne la volontà, e ridurli all' obbedienza; non sapendo essi a che riferire la vera causa della prostrazione e del mal essere che provano, sentono più vivamente e più profondamente i sentimenti affettuosi conseguenti dai benefizj che loro si impartono; e d' altra parte la paura agisce allora con maggior forza e prontezza.

È dunque chiaro che si giunge ad addomesticare gli animali soddisfacendo quelli tra i loro bisogni sui quali possiamo avere qualche influenza, e contrapponendo a certi loro sentimenti, altri sentimenti valevoli a reprimerli; siccome però i mammiferi non sono tutti egualmente sensibili ai beneficj, ne avviene che nè si lasciano tutti dominare colla stessa facilità, nè possiamo addomesticarli tutti compiutamente; in parecchi è tanta la violenza delle passioni che riesce impossibile frenarle, e quindi rimangono sempre riottosi. Spesso sono anche così diffidenti, od hanno le idee tanto mobili che non si può impor loro una condotta regolare; altre volte in fine per troppa cortezza d' intelligenza non sono capaci di associare l' idea del benessere provato, ricevendo il benefizio, coll' altra del benefattore.

Tali sono i mezzi pe' quali si giunge a signoreggiare più o meno un gran numero di specie; ma v' ha molta distanza tra il servaggio individuale e la docilità piena ed ereditaria richiesta per una vera dimesticanza; ad ottenere la quale bisogna in certo modo che vi sieno predisposte da un naturale istinto sociale.

In fatti può moltissimo sulla disposizione che hanno a lasciarsi addomesticare quel sentimento che spinge alcune specie a vivere solitarie od anche a sfuggirsi a vicenda, altre a raccogliersi in società, e ad obbidire ad un capo, che per l'ordinario è il più forte della compagnia ed il più esperto.

Per quanto un mammifero ad abitudini solitarie tolleri il servaggio sommessamente, pure non se ne vide mai nessuno farsi veramente domestico, e lo stesso gatto, che a tutta prima parrebbe far eccezione a questa legge, non può dirsi veramente famigliare, convivendo egli coll'uomo solo perchè nella sua casa trova meglio che altrove con che sod-

disfare ai proprj bisogni; del resto nè gli obbedisce, nè si lascia educare. Invece quasi tutti gli animali, le razze dei quali vennero ridotte in domesticanza, allorchè trovansi nello stato naturale vivono raccolte in famiglie più o meno numerose. La socialità è condizione necessaria alla addomesticazione degli animali, e l' uomo potè dominarli, e quasi prendere il luogo del capo al quale avrebbero obbedito abbandonati alla vita selvaggia, sviluppando quella dote, dirigendola coi benefizj, e rendendosi necessario alla loro esistenza.

Dunque, come lo provava un distinto zoologo, Federico Cuvier, fratello a Giorgio da noi più volte ricordato, l' abitudine alla domesticanza può aversi come il massimo sviluppo dell' istinto sociale; e la domesticità stessa come uno stato nel quale gli animali riconoscono l' uomo qual membro e capo delle loro famiglie.

§ 408. Ora che abbiamo visto con quali mezzi si possano sommettere delle intere razze di animali cercheremo in qual modo l' uomo giunga ad influire sulle forme e sulle qualità che sortono nascendo, ed a creare quasi delle nuove varietà. Tutti riconoscono la legge fisiologica per la quale si ritiene che gli animali non solo tendono a somigliare ai loro genitori in modo generale, ma anche per alcuni particolari proprj a questi ultimi. Così, per esempio, nella specie umana le influenze ereditarie si manifestano in mille circostanze, trasmettendosi di generazione in generazione le forme, le attitudini, i caratteri e le stesse infermità; e questa tendenza della prole a rassomigliare ai padri è anche più patente negli animali perchè in essi è minore il numero delle circostanze estranee che, agendo sugli individui, ponno turbare la ripetizione delle stesse forme e qualità. Ora tutti gli individui di una medesima specie non hanno egualmente sviluppate le doti fisiche, morali ed intellettuali, quindi possiamo accrescerne talune, sia esercitandole, sia mettendo in gioco delle condizioni fisiche che influiscono su di esse. Per tal modo l' uomo può modificarne le razze sino ad un certo punto essendo in sua facoltà non solo di scegliere ma anche di produrre delle differenze individuali trasmissibili per eredità, ed inoltre di regolare la successione delle generazioni in siffatta guisa da eliminare quanto tenderebbe a distrarle dal tipo che si è prefisso. D' altronde potendo agire sulle facoltà individuali degli allievi al modo stesso che fece sui loro parenti ad ogni nuova generazione pro-

cede di un passo verso la meta che si era proposta, avendo a che fare con individui già modificati in conseguenza delle modificazioni fatte subire preventivamente ai loro genitori (1).

Dunque sviluppando di generazione in generazione l'uno o l'altro particolare fisico si hanno risultamenti molto maggiori di quelli che si sarebbero ottenuti agendo su individui sottoposti la prima volta a simili procedimenti, e si ponno fondare delle razze artificiali, i caratteri delle quali continueranno a mantenersi infino a che non vengano distrutti da un concorso di circostanze opposte a quelle che li produssero. Tale è il processo che adoperiamo quando l'interesse ci dà la necessaria perseveranza; e che in questi ultimi tempi valse a fondare razze di montoni, di buoi e di cavalli distinte per particolari molto notevoli. Avvertitosi, per esempio, che i montoni forniti di dati particolari organici impinguavano meglio degli altri, Bakewell, uno tra gli uomini più benemeriti all'agricoltura inglese, messa ogni cura nell'incrociare degli individui muniti di quei caratteri esterni giunse ad ottenere la razza più pregiata sotto questo rapporto. Il peso dei quattro quarti della carcassa di un montone della razza Virtemberghese, la quale si alleva anche in alcune provincie francesi come la più proficua al macello, forma il 52 od il 55 per 100 del peso totale dell'animale: proporzione che nei montoni inglesi delle razze di *Dishley* o di *New-Leicester* ammonta ai 70 ed anche ai 75. E gli agricoltori sanno come in molti paesi si accrebbe la finezza delle lane sia ricorrendo a cure analoghe, sia incrociando le razze dei montoni indigeni coi merini di Spagna.

(1) I cani, trasportati in America dagli Spagnuoli, e che si adoperavano soltanto per cacciare i cervi o gli uomini, ci forniscono una prova notevolissima dell'influenza dell'educazione individuale sulle qualità ereditarie. In qualche luogo di quel continente, e, per esempio, sull'altipiano di Santa Fè, essi conservarono le abitudini e le tendenze istintive per le quali vennero in fama, mentre gli altri che vivono colle miserabili popolazioni delle sponde della Maddalena, sia per imbastardimento, sia per difetto di alimenti degenerarono e svolsero un nuovo istinto che pare divenuto ereditario nella loro razza. Quest'ultimi da lungo tempo si adoperano colà quasi esclusivamente a cacciare il pecari a mascelle bianche, nella qual caccia è necessario che il cane, frenando il troppo ardore, non attacchi nessun individuo in particolare, ma molesti l'intera mandra; ora attualmente avviene di vedere che taluni, benchè condotti per la prima volta a quelle fazioni, conoscono già la tattica che vi è necessaria, mentre i cani di altre razze lanciandosi di primo colpo tra quelle mandre sono tosto circuiti e sbranati per quanto robusti e valenti.

Infine un'altra prova fortissima dell' influenza che l'uomo esercita sugli animali viventi sotto il suo dominio ci è fornita dalle razze di cavalli. Quelli che vengono allevati nei diversi stabilimenti agricoli ripetono le loro dimensioni, le forme e le altre qualità, principalmente dalla razza da cui discendono; ma alla lunga subiscono anche le circostanze nelle quali trovansi vivere in gioventù. Si nota che in generale il puledro assomiglia alla madre per la statura e le proporzioni, e patrizza nelle forme del capo, dei piedi, ed in quanto al coraggio, all'agilità, ecc. Siccome si trasmettono ereditariamente tanto le buone qualità come le cattive, quindi per conservare pura una razza, o per migliorarla, bisogna aver cura di scartare tutti gli individui mancanti delle doti che si vogliono ottenere. Per far scomparire un difetto s'incrociano per molte generazioni, dagli individui che ne vanno esenti, con altri, forniti di una disposizione opposta, ed accoppiando perseverantemente dei cavalli pregevoli per una od altra dote si ha infine una razza in cui queste diventano ereditarie e comuni. I cavalli arabi devono in gran parte a simili cure i pregi per le quali sono tenuti in tanto conto, ed i loro allevatori mettono tanta importanza nella purezza delle razze nobili dei loro cavalli, dette *Kochlani*, che ne attestano sempre la filiazione con un atto autentico. Forse è esagerata la pretesa che hanno di far risalire sino a duemila anni la genealogia di molti tra questi bellissimi animali, però è certo che per alcuni ponno esibire i documenti scritti di una discendenza di quattro secoli. Lo stesso avviene pei cavalli inglesi da corsa, razza notevole per la snellezza delle forme e la meravigliosa rapidità dei movimenti, e che ha origine dall'incrociamento di giumente indigene con stalloni importati dall' Oriente. Inoltre influiscono sulle forme e sulle doti dei cavalli la qualità o la maggiore o minor copia del nutrimento, la natura secca od umida del paese, le cure giornaliere, e moltissime altre condizioni che a tutta prima parebbero di poco rilievo. In prova di che può vedersi come in qualche paese degenerino tostamente i migliori cavalli inglesi, e, per esempio quando, vengono trasferiti a Kopshan sulle rive della Morava; la quale influenza delle condizioni esterne sugli individui può anche provarsi, e forse più evidentemente, con altro esempio. Se si tolgano due puledri da una stessa razza, per esempio, da una razza lorenese in Francia, e l'uno

lo si trasporti in Fiandra, l' altro nei pascoli di Normandia giunti all' età di cinque anni invece di aver conservati i loro caratteri differiranno per modo da lasciar quasi supporre, che provengano da razze diverse; l' uno sarà divenuto un cavallo da carrozza leggiero ed elegante, l'altro, cresciuto a dismisura, non potrà quasi nemmeno trottare, ma tirerà lentamente dei carichi pesantissimi. Per l' ordinario i cavalli sono grandi e robusti dove la pastura abbonda in ogni stagione o naturalmente o per providenza dell' uomo, invece nei paesi nei quali scarseggia sempre, od anche solo in certi tempi dell' anno, restano piccoli o si fanno appena mediocri. I fisiologi trovarono che questi fatti hanno qualche analogia colle leggi che regolano la crescità dell' uomo, ma per attenerci al solo esempio dei cavalli basterà avvertire la differenza che passa tra quelli appartenenti ai contadini poveri e gli altri allevati in uno stesso paese dai proprietarj facoltosi. La pastura fornita dai prati pingui ed umidi, ch' è la più conveniente per ingrassare le bestie, dà al cavallo delle forme grevi e massicce, ne rende grossa la pelle, il pelo ruvido, ed il carattere meno vivo, risultamenti ben diversi da quelli prodotti dai pascoli secchi; quando poi a questo regime si aggiunga una misura abbondante di cereali, allora non solo mantengono, ma accrescono l' eleganza delle forme e l' energia muscolare, requisiti delle razze le più nobili. Quando alla umidità del clima s' aggiungono una temperatura bassa, e molta copia di foraggi umidi, i cavalli sortono grandi, ma però linfatici e senza nerbo. Invece nei paesi molto caldi o molto freddi, presto cessano di crescere, e le razze grandi sminuiscono nelle proporzioni. Infine influiscono di molto sulla bellezza di alcuni le cure che loro s' impartono giornalmente, e la delicatezza dell' estremità delle gambe dei cavalli inglesi, la finezza della pelle, il lucido del pelo di quegli animali sono dovuti in gran parte alla diligenza colla quale si fregano di frequente, ed all' abitudine che si ha di coprirli e di tenerne nette ed asciutte le gambe, anzi di fasciarle colla flanella.

Agendo di tal fatta sulle circostanze nelle quali un animale si trova collocato si producono nel suo organismo date modificazioni, ed adoperando sempre nella propagazione della razza individui modificati in tal modo, si giunge ad imprimere a tutta la razza dei caratteri particolari e delle prerogative che in origine non possedeva. Le tante razze dei

cani, le quali sono così moltiformi che pajono discendere da parecchie specie, non da una sola, sono forse una conseguenza di procedimenti simili. Del resto questa potenza modificatrice ha sempre dei limiti molto ristretti, e non è mai tale da distruggere il marchio distintivo delle specie zoologiche.

§ 409. **Classazioni dei mammiferi.** — Le molte differenze di struttura che abbiamo già vedute esistere tra i mammiferi servono a dividerli in quei gruppi di entità secondaria, che sono detti *ordini.* Questi il più spesso emergono così evidenti che non v'ha luogo a metterne in dubbio i confini, e tutti i zoologi s'accordano a ritenerli come altrettante divisioni naturali; ma i tipi principali di qualcuno di essi si modificano per modo che insensibilmente confluiscono con tipi diversi, e torna difficilissimo il segnare dove questi finisce e quello comincia. Così v'hanno de' mammiferi che hanno altrettanta affinità col tipo dell'ordine dei quadrumani come con quello degli sdentati, e che potrebbero essere collocati con pari ragione nell'uno, o nell'altra di quelle divisioni. Siccome poi non tutti i naturalisti danno lo stesso valore alle differenze che s'incontrano in queste serie di animali più o meno dissimili, così esse riescono divise in un numero di ordini ora maggiore ora minore corrispondenti alle basi diverse che gli autori delle diverse classificazioni hanno prescelte.

Noi, fatte pochissime eccezioni, ci atterremo al metodo di Cuvier, il quale si fonda principalmente sulle differenze che i mammiferi presentano nel modo di sviluppo, e sulle diverse forme dei loro membri e degli organi con cui si alimentano; le quali parti allorchè si modificano traggono sempre con sè moltissime altre differenze nella struttura delle varie regioni del corpo, nelle costumanze, ed anche nell'intelligenza delle specie.

§ 410. Avuto riguardo al complesso di questi caratteri si è tosto indotti a scompartire la classe dei mammiferi in due gruppi principali, che si dicono dei *Monodelfi* e dei *Didelfi.*

I MAMMIFERI MONODELFI sono i più numerosi, e si distinguono pel modo con cui crescono. Essi vengono alla luce già forniti di tutti gli organi, e prima di nascere tirano gli alimenti da una rete di vasi sanguigni detta la *placenta.* Inoltre si noti che hanno il cervello meglio conformato di quello dei didelfi, perchè i due emisferi che lo compongono colle-

gansi per la larga commissura del *mesolobo*, o corpo calloso (§ 186); infine le pareti del loro addome non sono mai sorrette da quelle appendici osse, infisse agli orli del bacino, che ci avverrà di notare negli animali spettanti alla seconda grande divisione di questa classe. Siccome poi i mammiferi organati in simile modo differiscono tra loro per le forme generali quindi si ripartono in due gruppi secondarj cioè in *mammiferi veramente detti*, ed in *mammiferi pesciformi.*

§ 411. I MAMMIFERI VERAMENTE DETTI, sono fatti per vivere più o meno terrestri, hanno cioè costantemente quattro membri; la pelle che li cuopre è guernita di peli, e non termina mai foggiandosi come una natatoja, alla maniera dei pesci. Essi dividonsi la loro volta in dieci ordini, cioè in bimani, quadrumani, carnivori, amfibj, chirotteri, insettivori, rosicchianti, sdentati, pachidermi, ruminanti. Le dita degli otto primi ordini essendo flessibili e scoperte al di sotto, perchè le unghie che portano non ne coprono che la faccia dorsata, riescono molli e sensibili e molto adatte a servire come organi del tatto; quindi questi animali ricevettero il nome di *mammiferi unguicolati*, il qual nome vale anche a distinguerli dai pachidermi e dai ruminanti che avendo l' estremità delle dita raccolte in un zoccolo sono detti *mammiferi ungolati.*

§ 412. L'ORDINE DEI BIMANI (1), è principalmente controdistinto dalla diversa forma dei membri anteriori e posteriori, per la quale diversità compiono uficj essenzialmente differenti; gli inferiori valgono come al solito a sostenere il corpo ed a muoverlo, gli anteriori anzichè essere stromenti di locomozione servono a prendere ed a palpare gli oggetti, quindi i diti coi quali terminano non sono soltanto lunghi, flessibili, e sorretti in cima da un' unghia piatta, ma uno tra essi, il pollice, si trova architettato in modo che, potendo essere successivamente opposto a tutti gli altri, forma altrettante morse sensibili; il che non si trova nei membri inferiori. Basterebbe la sola esistenza delle *mani* nei membri anteriori per distinguere i bimani da tutti quanti i mammiferi ordinarj, ma con questo carattere coincidono molti altri particolari organici di non minore importanza fisiologica. Così, per modo d' esempio, hanno il corpo fatto per muoversi verticalmente; l'apparato masticatore composto di tre maniere di denti (§ 52), condizione che li rende frugivori; ed infine il cervello meglio sviluppato e più perfetto di quello lo si trovi in qualsiasi altro animale.

Simile struttura è propria ad un solo mammifero, cioè all' UOMO. Quindi l'ordine dei bimani si compone di una specie unica che del resto va distinta di lunga mano da tutti gli animali, piuttosto per le sue facoltà intellettuali, che per i caratteri anatomici testè indicati.

Quantunque tutti gli uomini si rassomiglino pei caratteri essenziali della loro struttura, pure variano molto nel colore della pelle, nei tratti del volto, e nelle proporzioni delle diverse parti del corpo; per esprimere le quali differenze i naturalisti dividono la *specie* umana in parecchie *varietà;* tra cui notansi principalmente la *caucasica* o bianca, la *mongola* o gialla, e l' *etiopa* o negra.

La *varietà caucasica* prevale a tutte pel bell' ovale della testa, lo sviluppo del fronte, la direzione orizzontale degli occhi, la poca sporgenza della pomette guanciali, e la tinta della pelle. Inoltre primeggia per la sua perfettibilità, avendo dato origine a tutte le nazioni che si spinsero più avanti nell' incivilimento. Abita l' Europa, l' Asia occidentale, e le regioni settentrionali dell' Africa.

La *varietà mongola* ha il viso piatto, la fronte bassa e sfuggente, i zigomi sporgenti, gli occhi stretti ed obliqui, e la pelle olivigna. Vi appartengono i Cinesi, i Giapponesi, gli abitanti delle Isole Filippine, Marianne e Caroline.

La *varietà etiopa* o negra è notevole pel color nero della pelle, per la bocca sporgente, la molta acutezza dell' angolo facciale, i capegli crespi, ecc. Popola la maggior parte dell' Africa centrale e meridionale.

Gli indigeni dell' America, i quali pare non si riferiscano a nessuna delle accennate varietà, spettano probabilmente ad una quarta divisione della razza umana.

§ 413. Entrano a far parte dell' ORDINE DEI QUADRUMANI (II), quei mammiferi ordinarj i quali hanno il pollice opponibile alle altre dita sia nei membri addominali che nei toracici, e si valgono di questi organi tanto per camminare quanto per prendere gli oggetti. Essendo frugivori come i bimani hanno anch' essi il sistema dei denti composto d' incisivi, di canini e di molari. Vi si allogano le scimmie (fig. 91 e 113), gli ustitì (fig. 4), ed i lemuri (fig. 187).

§ 414. Anche L'ORDINE DEI CARNIVORI (III) si compone di mammiferi ordinarj unguicolati, e muniti di un intero apparato dentale; essi però mancano delle mani giacchè il loro

Fig. 187. *Lemure a fronte bianca con un figlio.*

pollice non può venir contrapposto alle altre dita; anzi deve notarsi che tutti e quattro i loro membri sono architettati per camminare. L' apparato pel quale digeriscono è consentaneo ad un regime essenzialmente carneo; ed infatti i loro denti molari non sono già larghi e bitorzoluti come quelli delle specie comprese negli ordini antecedenti, ma terminano in creste affilate, e sono così disposti che gli inferiori opponendosi ai superiori come le lame di una forbice, riescono mirabilmente adatti a tagliar la carne (fig. 17).

Ponno citarsi come esempi di questo gruppo il genere felis (i gatti), nel quale si comprendono il lione, la tigre, il leopardo, la pantera (fig. 188), ecc.; il genere cane, in cui

Fig. 188. *Pantera.*

si allogano il lupo e la volpe; i generi jena (fig. 189), orso, tasso, puzzola, martora, lontra e genetta.

Fig. 189. *Jena.*

§ 415. L'ORDINE DEGLI AMFIBJ (IV) si forma di mammiferi organati in modo molto analogo ai precedenti, ma che non

hanno i membri disposti per camminare, bensì foggiati a remo e adatti al nuoto; ragione per la quale il più spesso vivono nell'acqua, come le foche (fig. 190) e le morse.

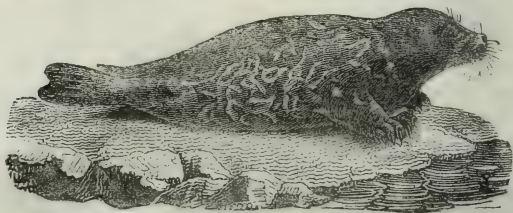



Fig. 190. *Foca.*

§ 416. I CHIROTTERI (V) hanno strettissima relazione coi quadrumani, dai quali non pertanto si distinguono perchè i loro membri anteriori trovandosi riuniti sino alle unghie per una gran vela, conseguente dall'espandersi che fa la pelle dei fianchi, servono loro come vere ali (fig. 191, 192). Inol-

Fig. 191. *Pipistrello orecchiuto.*

tre deve notarsi che il loro cervello è meno sviluppato di quello delle specie degli ordini antecedentemente descritti,

Fig. 192. *Pipistrello orecchiuto* (nell' atto che cammina sul terreno).

quantunque d'altra parte abbiano il sistema dentale composto di incisivi, di canini e di molari. Ve ne hanno di frugivori, e d'insettivori; i molari dei primi sono simili a quelli de' quadrumani, mentre quelli dei secondi rassomigliano ai molari dell' ordine seguente. I principali rappresentanti di questo gruppo sono i pipistrelli.

§ 417. Nell'ORDINE DEGLI INSETTIVORI (VI) si allogano quegli altri mammiferi ordinarj, della divisione degli unguicolati, i quali hanno quattro membri fatti per camminare e non terminati a foggia di mano, e la bocca armata di tre sorta di denti; ma i molari invece di finire taglienti come quelli dei carnivori, gettano molte punte coniche (fig. 18), condizione per la quale tornano opportunissimi a prendere e stritolare gli insetti, che sono la pastura naturale di questi animali. Il loro cervello, molto simile a quello dei chirotteri, manca delle circonvoluzioni esistenti in quello dei bimani, quadrumani, carnivori ed anfibj. Quasi tutti gli insettivori vivono abitualmente sotto terra, e nell'inverno illetargiscono. Per dare un esempio di questo gruppo citeremo la talpa (fig. 182), l'istrice, la migale (fig. 178), ed il toporagno (fig. 193).

Fig. 193. *Toporagno.*

§ 418. L'ORDINE DEI ROSICCHIANTI (VII) consta di quei mammiferi ordinarj unguicolati che portano degli incisivi molto robusti e dei molari (fig. 194), ma difettano di canini,

Fig. 194. *Testa di un rosicchiante.*

ragioni per le quali ponno rodere facilmente le cortecce, le radici ed altre sostanze vegetali, quantunque molto compatte, che infatti formano la parte principale del loro regime. Essi hanno il cervello molto simile a quello degli insettivori e l'intelligenza limitatissima; però le facoltà istintive di parecchie specie sono maravigliose. Gli scojattoli (fig. 98), le marmotte, i ratti, i criceti (fig. 99), le arvicole (fig. 195), i lepri, i castori (fig. 108), il porcospino (fig. 170), e parecchi altri simili animali prendono naturalmente posto in questa divisione.

Fig. 195. *Arvicola* (o topo campagnuolo comune).

§ 419. Pare che per l'ORDINE DEGLI SDENTATI (VIII), i mammiferi unguiculati passino agli ungolati, avendo questi le unghie molto sviluppate, e tali che involgono molta parte delle loro dita; ma il carattere principale di quest' ordine è desunto dall' assoluta mancanza di denti nella parte anteriore della bocca (fig. 196). Infatti l' apparato masticatore degli

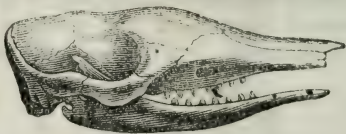



Fig. 196. *Testa di un Tatù od armadillo.*

sdentati si compone di soli molari e di canini, i quali ultimi talvolta anzi mancano affatto (fig. 22); condizioni per le quali non si nutrono che d' insetti molli, o di foglie te-

nere. Vi appartengono fra gli altri i tatù od armadilli (fig. 197), i pangolini o manis (fig. 171), ed i formichieri o myrmecophaga (fig. 22).

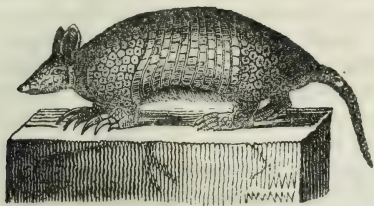



Fig 197. *Armadillo unicinto.*

§ 420. L'ORDINE DEI PACHIDERMI (IX), spetta alla divisione dei mammiferi a zoccolo, e si compone di tutti quegli *ongulati* che hanno l'apparato digerente costrutto al modo solito, e non come nei ruminanti. Sono notevoli per lo spes-

Fig. 198. *Zebra.*

sore della pelle, per le molte circonvoluzioni del cervello, simile in ciò a quello dei carnivori, e perchè tutti dal più al meno si nutrono di erbe. Alcuni, come gli elefanti (fig. 176), vengono detti proboscidei avendo il naso protratto in una lunga tromba prensile. Altri sono notevoli per aver il piede fatto anche in punta di un solo pezzo, e conterminato con un dito unico involto in un unico zoccolo; ragione per la quale il cavallo veramente detto, l'asino, la zebra (fig. 198), e tutte le altre specie comprese nel genere cavallo, ecc., ricevettero il nome comune di *solipedi.* Infine il piede dei *pachidermi ordinarj* finisce digitato, ma quelle dita variano di numero, essendo ora due, ora quattro; spettano a questo gruppo il cignale, il tapiro (fig. 177), il rinoceronte (fig. 175), l'ipopótamo (fig. 199), ecc.

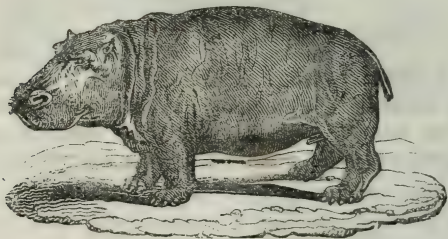



Fig. 199. *Ipopótamo.*

§ 421. L'ORDINE DEI RUMINANTI (X) non si distingue soltanto dagli altri mammiferi ongulati pachidermi, ma anche da tutti i gruppi precedenti perchè fornito di quattro stomachi architettati per ruminare (§. 404). Questi animali sono essenzialmente erbivori, e sul davanti della mascella superiore mancano di denti; infine hanno il piede forcuto. Soltanto in questo ordine s'incontrano le specie munite di corna internamente sorrette da un asse osseo. I principali rappresentanti di tutta la divisione sono i buoi, i montoni, le ca-

pre (fig. 174) ed i cervi (fig. 175), ma vi si includono anche le antilope, la giraffa (fig. 200), i camelli, i gliamas, ecc.

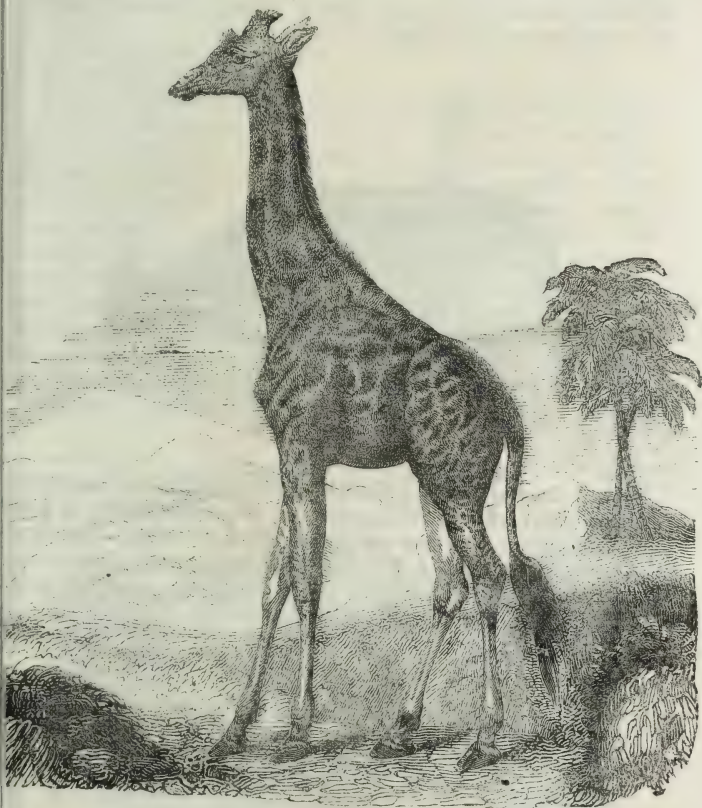



Fig. 200. *Giraffa.*

§ 422. La divisione dei MAMMIFERI PESCIFORMI (XI) comprende il solo ordine dei CETACEI; animali predisposti ad

una vita affatto acquatica, e che esternamente assomigliano piuttosto ad un pesce che ad un mammifero, perchè mancano dei membri posteriori, e hanno i toracici trasformati in natatoje, e la coda termina in una larga paletta orizzontale. Vi appartengono le focene (fig. 168), i delfini, i fiseteri o soffiatori, e le balene (fig. 201).

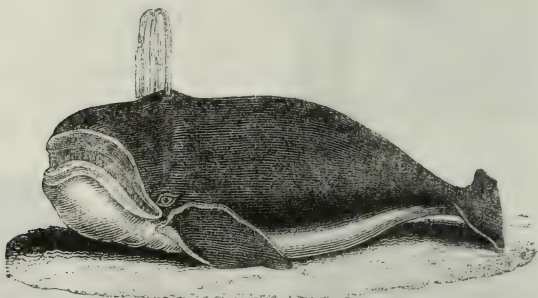



Fig. 201. *Balena.*

§ 423. La divisione dei MAMMIFERI DIDELFI si distingue per parecchi caratteri fisiologicamente importantissimi; il più spesso i piccoli nascono molti imperfetti, e pare che, diversamente di quanto avviene nei mammiferi ordinarj, quando sono nello stadio embrionale non tirino gli alimenti da una

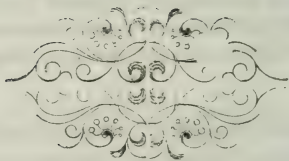
Fig. 202. *Kanguro.*

placenta. Il cervello di questi animali è meno perfetto che nella divisione antecedente, e manca del mesolobo o corpo calloso; infine portano sempre due spine ossee, dette *ossa marsupiali*, che, saldate colla base sulla parte anteriore del bacino, entrano tra i muscoli del basso ventre, e servono a sorreggere le pareti di quella cavità viscerale (fig. 181).

Questo gruppo si compone dei due ordini, dei *marsupiali* e dei *monotremi*.

§ 424. L'ORDINE DEI MARSUPIALI (XII) ha per primo carattere una maniera di sacco destinato a dar ricovero ai piccoli appena vengono alla luce. Questo sacco è formato da due pieghe della pelle del ventre, e contiene le mammelle, ai capezzoli delle quali potrebbe dirsi che s'innestano quegli imperfettissimi neonati sino a che hanno compiuto il loro sviluppo (fig. 169). Il regime dei marsupiali varia di molto essendovene di carnivori, d'insettivori ed anche di erbivori: anzi taluni ricordano esattamente le forme dei mammiferi ordinarj rosicchianti. È a notarsi che sono pressochè tutti esclusivi della Nuova Olanda. Questo strano gruppo può dirsi rappresentato dalle sarighe (fig. 169), dai falangieri, e principalmente dai kanguri (fig. 202).

Fig. 203. *Ornitorinco.*

§ 425. Infine gli animali dell'ordine dei **MONOTREMI** (XIII) pare accennino un passaggio tra i mammiferi ed i vertebrati ovipari, non avendo come i primi l'intestino aperto direttamente all'esterno, ma così fatto che sbocca, come negli uccelli, in una cloaca comune ad altri organi. Anche l'apparato genitale presenta grandi anomalie; talvolta infine le mascelle invece d'avere i denti portano delle lamine cornee, condizione che le fa rassomigliare al becco dell'anitra. I generi così organati sono due soli; l'ornitorinco (fig. 203) e l'echidne.

CLASSE DEGLI UCCELLI.

§ 426. Fra tutte le divisioni del regno animale la classe degli uccelli, la quale comprende le specie più convenientemente architettate per volare, è la meglio distinta e caratterizzata, sia che si guardi soltanto alle loro forme esteriori, sia che se ne scruti l'organismo interno, o si tenga conto del modo con cui questi vertebrati disimpegnano alle loro funzioni. Per definire questo gruppo basterebbe il dire che gli uccelli sono *vertebrati ovipari, aventi la circolazione doppia e compiuta;* ma per dare più compiuta idea dei loro caratteri principali fa d'uopo soggiungere che in essi la *respirazione è aerea e doppia*, cioè che non avviene soltanto nei polmoni, alla maniera dei mammiferi e dei rettili, ma contemporaneamente anche nel profondo di diverse parti del corpo; che hanno il *sangue caldo* come i mammiferi; infine che portano i membri *anteriori foggiati ad ali*, e *la pelle guernita di piume.*

Per conseguenza naturale del modo di locomozione al quale sono essenzialmente destinati, variano di poco nelle forme, e non giungono mai a grandi dimensioni; infine la molta aria che ponno raccogliere per entro il corpo li rende leggierissimi.

§ 427. Quantunque le piume ond'è coperto tutto il corpo degli uccelli sieno più complesse dei peli dei mammiferi, pure hanno un'origine molto analoga ad essi. In generale in ciascuna piuma ponno notarsi inferiormente un tubo corneo forato in punta, su questo tubo uno stelo, e ad ambo i

lati dello stelo delle barbe guernite di barboline secondarie, che talvolta pajono anch' esse frangiate ai lembi.

Le piume vengono segregate da una *capsula* che spesso è molto lunga. Dalle osservazioni fatte da Federico Cuvier, questa parebbe crescere perennemente alla base, e morire diseccandosi al capo opposto dopo che si formò la parte corrispondente di quella appendice. Ogni singolo apparato plumigeno si compone di una guaína cilindrica, internamente coperta di due tonache riunite per alcuni tramezzi obliqui, ed aventi un bulbo centrale. La sostanza della penna vien deposta alla superficie del bulbo, e le barbe s' informano negli spazj decorrenti tra i piccoli tramezzi testè ricordati. Dove il bulbo corrisponde alla parte inferiore dello stelo depone una sostanza spugnosa, che poi disecca e muore. Invece dove il tronco della penna è tubulare la lamina cornea deposta da quell'organo secretore lo circonda e l'involge interamente, ciò che non toglie che il bulbo inaridisca, poich' ebbe compiute le sue funzioni, formando quella serie di coni membranosi che si vedono succedersi l' uno dentro all' altro nell' interno del tubo, e si dicono l'*anima della piuma*.

La piuma quando nasce è chiusa nella guaina della capsula, la quale spesso sporge per molti pollici oltre la pelle, e non si distrugge che a poco a poco. Le sue barbe appena spuntano sono ravvolte su sè stesse ma presto si svolgono lateralmente; quantunque stia infissa per la punta nella pelle ciò nullameno se ne strappa facilmente, anzi v' hanno delle stagioni nelle quali cadono tutte regolarmente per dar luogo a nuove piume. Questo cambiamento, detto la *muda*, avviene in generale ogni anno dopo il tempo degli amori, e qualche volta si ripete in autunno ed in primavera. I vecchi uccelli lo subiscono prima de' giovani, e tutti in quel frattempo provano un sensibile malessere ed ammutoliscono.

La forma di queste appendici tegumentali è molto svariata; ve ne hanno di quelle che mancando delle barbe assomigliano ai pungiglioni dei porcospini: dei quali aculei se ne trovano, per esempio, quattro o cinque nelle ali dei casoar (fig. 204); le barbe di altre sono rigide e guernite di barbule così disposte che appoggiandosi le une alle altre formano una vasta lamina, attraverso la quale l' aria non può passare (come può vedersi nelle penne delle ali delle aquile, dei corvi, ecc.); altre penne, come quelle della coda

Fig. 204. *Casoar elmuto.*

e delle ali degli struzzi, hanno le barbe e le barbule lunghe, flessibili, ed affatto sciolte, ciò che le rende leggierissime e mollissime; infine talora non sono che una pelurie (tali quelle fornite da certe cicogne e conosciute col nome di *marabouts*). Variano altresì nel colore, talvolta non meno vivaci e sfarzosi di quelli dei più splendidi fiori e delle pietre più lucenti. Avviene però di notare che nella comune dei casi le femmine sono vestite più modestamente dei maschi, e che ben di raro i giovani hanno la stessa livrea che porteranno nel resto della vita.

Infine gli uccelli acquatici hanno queste appendici tegumentali molto unte, per il che, fattesi impermeabili, impediscono che la pelle dell' animale venga in contatto col liquido in cui trovasi in parte immerso.

§ 428. Lo scheletro, al quale gli uccelli devono le loro

forme generali, e che inoltre è l'una delle parti principalissime dell'apparato della mozione, consta ad un dipresso degli stessi elementi che trovansi in quelli dei mammiferi; però molte ossa hanno forme diverse e sono diversamente disposte, ed a volume pari riescono più leggiere essendo quasi tutte percorse nell'interno da moltissime cellule piene di aria.

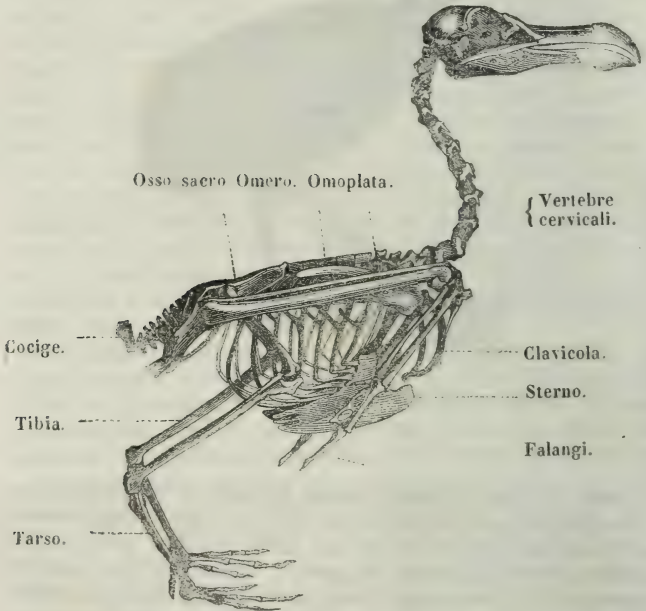



Fig. 205. *Scheletro di un Laro.*

In generale la testa di codesti animali è piccola (fig. 206), ed il loro cranio nella prima gioventù si compone delle stesse ossa che vi si trovano nei mammiferi, cioè di un frontale, di due parietali, d'un occipitale, di due temporali, di uno sfenoide e d'un etmoide; queste però presto si saldano siffattamente che torna impossibile il distinguerle; la faccia formasi quasi interamente dalle mascelle, che

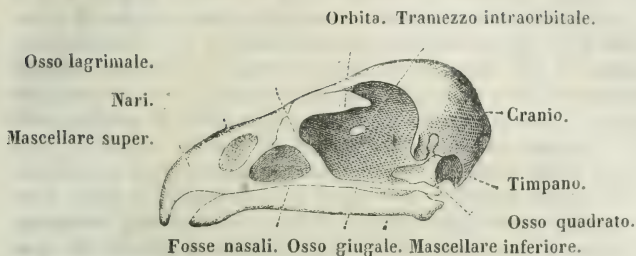



Fig. 206. *Testa di un' aquila.*

sporgono di molto, ed essendo lo stromento principale della prensione variano nelle dimensioni e nelle forme secondo la diversa natura degli oggetti che l'uccello deve prendere; la mandibola superiore, quantunque saldata alla fronte, resta un po' mobile, e l'inferiore anzi che articolarsi col cranio mediante un condilo sporgente, come si vede nei mammiferi, pende da un osso mobile detto *osso timpanico* od *osso quadrato*, il quale è l'analogo di una porzione del temporale che venisse staccata dall'osso petrigno. Inoltre può notarsi che ciascuna delle due branche di questa mascella invece di essere costituita di un osso unico si compone di due parti, e s'articola coll'osso timpanico mediante una fossetta.

§ 429. Gli uccelli, generalmente parlando, hanno il collo più lungo e più mobile di quasi tutti i mammiferi; siccome nella comune dei casi l'unico loro organo di prensione è il becco, col quale raccolgono da terra gli alimenti, così avviene che la regione cervicale della loro colonna vertebrale (§ 205) s'allunga in proporzione della lunghezza delle gambe; quando poi sono essenzialmente predisposti al nuoto e che per afferrare la preda devono portare il capo lontanissimo nell'acqua, allora hanno un collo notevolmente maggiore dell'altezza del tronco. Il numero delle vertebre cervicali varia facilmente nelle diverse specie, per l'ordinario se ne contano dieci o dodici, qualche volta meno, talora, e per esempio nel cigno testè menzionato, oltre a venti; esse sono mobilissime le une sulle altre, e per le faccettature

di quegli elementi articolari (1), il collo si piega ad *S*, e e in maniera che protende o si accorcia secondo che si stringono o si aprono le curve di quella figura. Una simile disposizione è più che altrove notevole negli uccelli che, vivendo presso alle rive alla maniera delle cicogne, scoccano rapidamente il becco a molta distanza per cogliere la preda. Inoltre l'azione dei muscoli motori di questa regione è agevolata dalle numerose apofisi sulle quali vengono a saldarsi.

Invece le vertebre del dorso sono immobili in quasi tutte le specie, ed è facile trovare le ragioni di simile struttura in animali architettati per volare quando si rifletta che questa parte della colonna spinale dovendo sorreggere le costole, e quindi fornire un punto di appoggio alle ali, fa duopo che sia solidissima. Anzi generalmente (fig. 136), costì le vertebre saldansi l'una coll'altra, fatta eccezione di quelle sole specie che non volano, e che sarebbero per esempio il casoar e lo struzzo. Le vertebre poi dei lombi e del sacro si riuniscono costantemente in un unico osso il quale serve agli stessi uficj che adempie il sacro nell'uomo. Infine le vertebre coccigiane sono mobili e minute, meno l'ultima che ordinariamente sostiene le penne maggiori della coda, ed il più spesso è maggiore di tutte, e si trova fornita di una cresta sporgente (fig. 205).

§ 430. Le *costole* degli uccelli presentano anch'esse alcuni particolari di struttura per opera dei quali il torace riesce più solido. Così le cartilagini, che nei mammiferi servono a fissarle allo sterno, in questi animali si trovano supplite da un osso; e ciascuna a metà dell'arco che descrive manda un'apofisi piatta, la quale, dirigendosi obliquamente all'indietro, viene a sovrapporsi alla costola susseguente, in modo che tutte puntano l'una addosso all'altra.

Ma la parte più notevole dell'impalcatura ossea degli uccelli è il torace, ossia lo sterno, il quale dovendo sostenere i muscoli che servono al volo, ingrandisce enormemente, e prendendo le forme di uno scudo convesso, per l'ordinario quadrato, copre lo speco toracico e molta parte dell'addome.

(1) Queste superficie articolari hanno una delle facce concave e l'altra convessa, e si succedono in modo da entrare l'una nell'altra. Quelle della parte anteriore del collo gli concedono di piegarsi all'innanzi, invece le altre mediane non gli permettono se non che di piegarsi all'indietro, infine le ultime vertebre cervicali prendono una nuova forma per la quale il collo può di nuovo piegarsi in avanti.

Lo sterno del casoar e dello struzzo (fig. 136) che, come già lo si avvertiva, non s' alzano da terra, e portano dei soli rudimenti di ali, manca della cresta; invece gli altri uccelli hanno in mezzo allo sterno, e tutt' al lungo di esso una cresta spiccata (fig. *b*, 207), per la quale l'azione dei muscoli abbassatori delle ali acquista maggiore vigorìa.

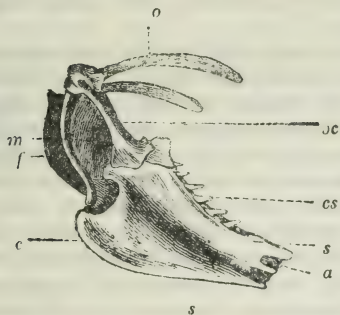



Fig. 207. *Osso della spalla e dello sterno* (1).

§ 431. Le ossa della spalla ordinariamente sono disposte nel modo il meglio adatto a far valere tutta l'energia delle ali. L'omoplata (*o*) è sottile, s' allunga di molto nella direzione della spina dorsale, e s' appoggia allo sterno non solo per mezzo della clavicola o forcola (*f*), ma anche col concorso di un altro osso che adempie gli uficj di una seconda clavicola, e si dice l' osso *coracoideo*, perchè, a quanto pare, è l'analogo dell' apofisi coracoide dell' omoplata umano; l'una e l'altra clavicola saldandosi quasi sempre ai loro capi anteriori rassomigliano ad un V, la punta del quale guarda all' inbasso, e s' attacca allo sterno, e le ossa coracoidee costituiscono dei puntelli che, unitamente alla forchetta, tengono distanti le spalle, e presentano all'omero un appoggio tanto più solido quanto l' animale è miglior volatore. Invece le clavicole sono appena sviluppate in quelle specie

(1) *s* Sterno; — *a* addentellatura dello sterno; — *cs* origine delle costole sternali; — *c* cresta sternale; — *f* forchetta, o clavicola forcuta; — *oc* osso coracoideo; — o omoplata; — *m* membrana fibrosa che si stende dalla forchetta allo sterno.

che volano poco, o non volano punto. Così vedonsi affatto rudimentali e rassomigliano a dei semplici stiletti in certi pappagalli terrestri dell'Australasia, nel casoar, e nello struzzo d'America; nello struzzo d'Africa, e nei tucan toccano quasi lo sterno, saldandosi però alla punta inferiore; quelli di certi gufi trovansi riuniti da una cartilagine; ma nella comune degli uccelli per l'ordinario s'appoggiano direttamente allo sterno mediante un pedoncolo che sporge dal punto stesso della saldatura.

I membri anteriori degli uccelli non servono mai nè a prendere, nè a toccare gli oggetti, ma si distendono in quei larghi remi, che vengono detti le *ali*. Là dove si parlava dei pipistrelli abbiamo trovato un esempio della tramutazione dei membri toracici in organi di locomozione aerea. Qui però c'importa avvertire che in quei mammiferi la parte dell'apparato che serve ad urtare l'aria, è fatta da una semplice espansione della pelle, e che le dita che devono tenderla si allungano in modo straordinario; mentre invece i larghi remi degli uccelli formansi dalle penne, che essendo rigide per loro natura non hanno d'uopo d'essere saldate alla base; quindi la mano è ridotta ad un moncone piatto e quasi immobile (fig. 90, 205). La struttura del braccio e dell'antibraccio è poco diversa da quella che hanno le parti analoghe dell'uomo. L'omero non presenta nulla di singolare; il radio ed il cubito non ponno girare l'uno sull'altro, ed in generale sono tanto più lunghi quanto più il volo è potente. Il carpo si compone di due ossicini allineati di fronte, ad esso segue il metacarpo che presenta due branche saldate ai capi estremi; al lato radiale della base di quest'ultima parte della mano s'innesta un pollice rudimentale; infine all'ultima di lei estremità esiste un dito medio composto di due falangi, e di uno stiletto che rappresenta un dito esterno.

Fig. 108. *Ala del falco* (1).

(1) *a* Remigi primarj, o penne delle mani; — *b* remigi secondarj o penne dell'avambraccio; — *d* false penne o penne del pollice.

§ 432. Le *penne*, ossia le piume maggiori delle ali, sono anche dette i *remigi*, e l'estensione delle ali, e la potenza del volo dei diversi uccelli dipendono piuttosto dalla lunghezza di queste appendici tegumentali che dalla lunghezza del braccio e dell' antibraccio. Ogniqualvolta uno di questi animali vuol battere l' aria alza l' omero, e conseguentemente l'ala, tenendola tuttora raccolta; poi, stendendo l'avanbraccio in uno colla mano, la spiega e repentinamente l'abbassa; nel qual atto incontra un punto d'appoggio nella massa d'aria che urta, e quindi s'innalza; così si slancia come un projettile. Dopo data l'impulsione al suo corpo inclina o raccoglie le ali per diminuire alla meglio la ulteriore resistenza che il fluido ambiente oppone alla sua corsa. Questa resistenza, e la gravitazione che naturalmente tira tutti i corpi verso il centro della terra, diminuiscono gradatamente la velocità che l' uccello aveva acquistata percotendo l'aria, sicchè presto sarebbe costretto a discendere quando non ripetesse quei movimenti; se invece aleggia di nuovo prima che si sia esaurita la velocità acquisita dal primo movimento delle ali, aggiungerà nuova velocità a quella che già possedeva, e si sposterà con un movimento accelerato. Tale è il meccanismo col quale ha luogo il *volo*.

Mentre l'uccello sta così abbandonato nell' aria tutto il suo peso è sostenuto dalle ali, e perchè possa tenersi in equilibro è necessario che abbia il centro di gravità (§ 285) sottostante alle spalle ed il più possibilmente basso; quindi per l'ordinario quando vola sporge il capo, e tende il collo, e quindi pure ha il corpo non già disteso come i mammiferi ma sempre tozzo e di figura ovale.

È chiaro che la resistenza fatta dall' aria sarà tanto maggiore quanto è più grande la massa di questo fluido che viene urtata dalle ali, o ciò che torna lo stesso quanto più le ali saranno estese; ed a cose nel resto pari la sua velocità sarà in ragion diretta della velocità colla quale si abbasseranno quei remi; sicchè gli uccelli forniti di ali molto lunghe non solo voleranno più rapidamente degli altri che le hanno côrte, ma potranno sostenervisi più a lungo, non essendo obbligati a muovere troppo frequentemente questi organi per riposarli. Infatti tutti gli uccelli notevoli pel volo rapido e sostenuto hanno le ali molto grandi, mentre gli altri che le hanno côrte, od appena mediocri, comparate al volume del corpo, volano meno e devono riposare più spesso.

Fra le specie notevoli per la potenza del volo citeremo il condor e le fregate (fig. 209). Il condor, o grande

Fig. 209. *La fregata.*

avoltojo delle Ande, ha le ali lunghe oltre quattro metri, e s'alza nell' aria più di qualunque altro uccello; ora lo si vede in riva al mare, ora sorvola al Chimborazzo, cioè s'alza quasi a sette mila metri di altezza. Abitualmente stanzia in vetta alle rupi delle Cordigliere delle Ande, vicino alla linea delle nevi perpetue, cioè da tre mila e trecento, a quattro mila ottocento metri sopra il livello del mare, e da quei nudi comignoli cala nelle valli e nelle pianure in cerca dei cadaveri dei grandi mammiferi, che gli forniscono la pastura naturale. Si vuole che riunendosi in un certo numero aggrediscono, e facilmente uccidano i buoi, e che la loro forza sia tanta che azzancato un montone od un gliama, possano trasportarlo sino alle cime del Chimborazzo o degli altri monti i più eccelsi della catena delle Ande. Le fregate le quali, paragonatamente al corpo, hanno le ali anche più lunghe, ed abitano i mari tropicali, sostengono il volo così a lungo che avviene di incontrarne ad oltre quattrocento leghe delle rive.

Perchè un uccello possa alzarsi a perpendicolo, bisognerebbe che portasse le ali esattamente orizzontali, ciò che

è contrario alla comune dei casi, perchè il più spesso le hanno inclinate dall'avanti all'indietro, e tali da fare che l'animale ascenda in linea obliqua; anzi talvolta quando l'uccello vuol ascendere verticalmente per quell'inclinazione bisogna che voli contro vento. La lunghezza relativa dei remigi influisce sulla facilità colla quale può alzarsi nell'atmosfera calma; gli uccelli che hanno i remigi anteriori più lunghi e più rigidi in punta, volano in direzione più obliqua degli altri le ali dei quali terminano mozze.

Così i falchi avendo le ali che finiscono appuntate (fig. 208) non ponno ascendere che a zig-zag, a guisa da vascelli che corrono le bordate, oppure volando contro vento; invece gli sparvieri, le aquile e gli altri uccelli da rapina detti ignobili che portano le ali stroncate (fig. 210), ponno alzarsi verticalmente.

Fig. 210. *Ala di uno sparviere* (1).

Quando un uccello vuole abbandonare il terreno prende il primo slancio saltando coi piedi e spiegando le ali in modo da batter l'aria prima di ritoccare il suolo; quelli forniti di ali lunghissime hanno duopo di molto spazio per poterle abbassare, quindi se trovansi avere le gambe troppo corte, e tali da render loro impossibile un salto di conveniente altezza provano molta difficoltà a spiccare il volo da un piano, come è delle rondini da campanile

(1) *aa* Remigi primarj; — *b* remigi secondarj.

Le penne dalla coda valgono principalmente a dirigere il volo, e gli uccelli adoperandole come un timone le spiegano, le alzano o le abbassano per accrescere o diminuire l'obliquità della corsa, o le inclinano per mutar direzione

§ 433. Quando gli uccelli riposano si reggono sui soli membri posteriori, quindi sono veri bipedi, e come tali devono avere il bacino largo e innestato solidamente alla colonna vertebrate. Infatti portano sviluppatissime le ossa delle anche, le quali si saldano alle vertebre sacre ed alle lombari (fig. 205). Questo cinto osseo il più spesso è anteriormente interrotto, perchè le due metà del pube non si toccano, e la parte ischiatica invece di essere separata dal sacro da una larga incavatura vi si unisce colla sua porzione posteriore, e muta quel solco in un foro. L'osso della coscia è corto e dritto, e la gamba si compone, come quasi sempre, di una tibia, di un pèronco, e di un rotolo; solo che il pèroneo si salda alla tibia prima di giungere alla parte inferiore. Il tarso ed il metatarso sono rappresentati da un osso unico, che vien dopo la gamba, e porta al capo inferiore le dita, ordinariamente in numero di quattro, mai di più; infatti qualche volta scompare il dito esterno, altre volte l'interiore, detto il pollice; ed in alcuni casi mancano tanto questo che quello, così che restano tre, ed anche due sole dita (fig. 215). Il numero delle falangi va crescendo regolarmente da due a cinque, dal pollice al dito esterno, il quale ne ha costantemente il maggior numero. Infine tre di queste quattro dita dirigonsi sempre in avanti, ed il pollice all'indietro; talvolta si volge all' indietro anche il dito esterno, disposizione notevole più che in tutte le specie in quelle che arrampicano, quali sarebbero i pappagalli, i tucani e le piche (fig. 211).

Testè abbiamo detto che il centro di gravità degli uccelli che volano deve trovarsi sotto le loro spalle; ma le gambe sono poste molto indietro quindi onde loro venga fatto di equilibrarvisi quando riposano è necessario che questi organi possano piegarsi molto indietro, e che le dita sieno lunghe a sufficienza per oltrepassare il punto nel quale verrebbe a cadere la verticale abbassata dal centro di gravità, oppure bisogna che questo stesso centro si porti all' indietro in modo da sovrapporsi alla base di sostegno. Da ciò la molta flessione della coscia e l'obliquità del tarso sulla gamba; quando il piede è grande ed il collo

piegandosi può portare la testa indietro, il corpo si mette in equilibro senza deviare di troppo dalla posizione oriz-

Fig. 211. *Picchio* (Picus medius).

zontale (fig. 212); invece se il collo è corto, la testa grossa, e le dita appena médiocri, l'animale, sia che voglia stare, sia che cammini, è forzato a tenersi quasi dritto (fig. 213). Gli uccelli che appolajati dormono, sorreggendosi su una

Fig. 212. Ibis.

Fig. 213. *Monco* (Aptenodytes

gamba sola portano il più spesso la testa sotto un' ala per equilibrarsi più facilmente; la qual posizione in moltissimi è resa anche più commoda da una particolare struttura del ginocchio. I membri dell' uomo e della maggioranza dei mammiferi piegano sotto il peso del corpo quando se ne allentano i muscoli estensori; e la fatica che provano quegli animali tenendosi stazionarj troppo lungo tempo è naturale conseguenza della continuità di quelle contrazioni. Ma le cose si trovano ben diverse nella cicogna e negli altri uccelli forniti di lunghe gambe, essendochè nell' estremità inferiore dei loro femori esiste una incavatura dentro la quale, allorchè il membro è in istato di tensione, s' incastra una sporgenza della tibia, che poi non può uscirne se non mediante un' apposito sforzo muscolare; quindi il membro una volta drizzato resta in quell' attitudine senza che l' animale abbia bisogno di tenere contratti i muscoli e senza stancarsi.

Ad un uccello è sempre più difficile spiccare il volo da terra, che il farlo da un luogo alto; abbiamo già vedute le ragioni di questo fatto, e tutti ponno osservare che infatti il

Fig. 214. *Aquila reale.*

maggior numero di essi comunemente usa poggiare sulle piante, e di raro calano in terra. Però, onde tenersi in bilico su d' un ramo, bisogna che possano afferrarlo e stringerlo fortemente fra le dita, la quale esigenza presto gli affaticherebbe quando vi avessero a spendere molta forza muscolare; ma anche in questo caso troviamo esistere un semplice meccanismo per opera del quale gli uccelli impugnano il ramo sul quale posano, senza che vi concorra la tensione di quegli organi, sicchè ponno farlo anche dormendo: i muscoli flettori delle loro dita passano in tal maniera sopra le articolazioni del ginocchio e del tallone che quando queste si piegano ne tirano necessariamente i tendini a sè ed inarcano le dita; il peso del corpo, piegando le cosce e le gambe, provoca questo movimento, pel quale l' animale può stringere senza sforzo i rami delle piante, e senza sforzo mantenersi su di essi.

La struttura delle membra posteriori varia moltissimo secondo il genere di vita al quale la specie è destinata. Gli uccelli fatti per camminare molto velocemente non solo hanno le gambe robuste ma molto lunghe, ed il piede in proporzione piccolo; disposizione notevole nel casoar (fig. 204), e nello struzzo (fig. 215), che corrono rapidi come i cavalli ed eziandio nel

Fig. 215. *Struzzo affricano.*

messaggere (*Serpentarius*), il quale insegue a gran passi le serpi di cui si nutre. Anche l'aquila (fig. 214), il falco e l'avoltojo hanno questi organi molto robusti, ma però corti, ed armati in cepo alle dita di grandi unghie uncinate ed acute, le quali tornano loro opportune per afferrare la preda, e sbranarla sul luogo o portarsela altrove; le specie fatte per vivere in riva alle acque, dentro cui pescano i vermi ed i pesci, li portano sottili, lunghissimi e nudi di penne fino sopra il ginocchio (fig. 216), condizione favorevole a quella loro

Fig. 216. Himantopus.

maniera di esistere, e per la quale questi abitatori delle sponde delle acque ebbero nome di *trampolieri;* in ultimo quelle che frequentano le acque più profonde hanno le zampe *palmate*, cioè munite di una membrana che, tesa fra dito e dito, le scambia in vere natatoje; il quale carattere è proprio alle anitre (fig. 217), ai cigni ed a moltissimi uccelli acquatici.

§ 434. Gli uccelli fruiscono di poca sensibilità táttile, perchè le penne che li coprono quasi per intero ostano all' esercizio di quella facoltà, nè ponno supplirvi cogli organi della prensione, perchè costrutti in modo troppo sfavorevole. Così pure trovansi avere il gusto più o meno ottuso in con-

Fig. 217. *Anitra nera* (Oidemia nigra).

seguenza della natura cartilaginea della lingua (fig. 230), sfornita anzi più delle papille nervose; quindi il più spesso pare che piuttosto ingoino gli alimenti di quello che gli degustano. L' odorato è più fino quantunque però non tocchi a quell' acutezza alla quale giunge nella classe dei mammiferi. Le fosse nasali, escavate nella base della mandibola superiore (fig. 206), mancano di seni; hanno la superficie interna vestita di una membrana pituitaria molto vascolare, la superficie della quale viene accresciuta da tre lamine cartilaginee avvolte su sè stesse ed addossate alle pareti; infine le retro-nari si riuniscono in mezzo dalla vôlta palatina formandovi una fessura longitudinale. Le specie carnivore, e principalmente quelle che vivono di carogne, hanno l' olfatto più acuto delle granivore od insettivore. Comunemente gli autori accertano che quelle prime specie sentono così squi-

sitamente gli odori che avvertono la preda a lunghissima distanza; ad altri invece emergerebbe da appositi sperimenti che ciò facendo quegli animali sono scortati piuttosto dalla vista che dall' olfatto, il quale giudicherebbero quasi nullo.

L'apparato dell' udito è meno complesso di quello lo sia tra i mammiferi, perchè manca del padiglione esterno, ed il condotto auricolare consiste in un semplice tubo membranoso frapposto tra l' osso quadrato ed una sporgenza dell' occipitale.

Pare all' incontro che la vista sia più perfetta negli animali di questa classe che in quelli dell' antecedente; avendo essi gli occhi più grandi in proporzione del capo e muniti di parti che a quelli mancano. Così, per esempio, può notarsi che dalla retina, le quale è molto grossa, nasce una membrana nera che sporge verso il cristallino increspata come un ventaglio od una borsa; i fisiologi discordano sulla natura di quest' appendice detta il *pettine*, e che secondo alcuni farebbe parte della coroide, mentre altri la ritengono un' appendice nervosa, destinata ad aumentare il campo della superficie visiva; la pupilla è sempre tonda; l'iride contrattilissima; la cornea trasparente, grande e convessa; e la sclerotica trovasi rinforzata anteriormente da un cerchio di lamelle ossee contenute nel suo stesso spessore. L' apparato delle palpebre si compone di due di questi veli posti orizzontalmente, l' inferiore dei quali è più grande e più mobile del superiore, ed inoltre di una terza palpebra verticale e semitrasparente posta nell' angolo interno dell' occhio, e che può distendersi su tutta la superficie dell' organo. Infine gli uccelli sono sempre muniti di ghiandole lagrimali.

Taluni hanno la vista siffattamente acuta che anche quando si trovano a tanta altezza nell' aria che a stento possiamo discernerli, benchè grossi, scorgono sul terreno gli animaletti di cui si nutrono, e piombano di netto sulla preda quantunque lontanissimi. Queste specie hanno il cristallino molto meno convesso e meno denso delle altre che si alzano di poco da terra, ma pare che adattino l'occhio a quelle grandi differenze di portata visiva mediante le contrazioni dei muscoli motori; in conseguenza delle quali stringendosi il cerchio osseo della sclerotica, e venendo compressi gli umori di cui è pieno il bulbo, questi sforzano contro la cornea, la distendono, e la rendono più convessa. L' ani-

male reso così momentaneamente miope può veder chiari gli oggetti che gli stanno vicinissimi.

Anche il sistema nervoso che presiede alle funzioni degli organi testè brevemente descritti, presenta dei particolari di struttura notevoli. L' encefalo è meno sviluppato che nei mammiferi, e quantunque gli emisferi cerebrali (fig. 218, *c*) ne formino la massima parte pure questi non presentano traccia di circonvoluzione, anzi non si riuniscono nemmeno perfettamente tra loro, mancando in questa classe la gran commessura antecedentemente indicata col nome di *corpo calloso*. Invece i *lobi ottici* (*o*) che nei mammiferi sono piccoli, e stanno nascosti tra il cervello ed il cervelletto, ingrossano di molto, e sporgono visibilmente dietro ed oltre i lobi cerebrali. Il *cervelletto* (*v*) è segnato transversalmente da rughe paralelle e convergenti ; e formasi quasi per intero del lobo mediano, che nei mammiferi è piccolo a confronto dei lobi laterali od emisferi del cervelletto, i quali restano quasi rudimentali, principalmente negli uccelli poco atti a volare. Manca la protuberanza annulare, cioè quell' anello che nella classe antecedente abbiam veduto girare intorno al midollo allungato, e connettere gli emisferi del cervelletto ; più innanzi noteremo come questa condizione si ripete anche nei rettili e nei pesci. Infine il midollo spinale di questi animali (*e*) è in generale lunghissimo, e presenta due rigonfiature corrispondenti all' origine dei nervi delle ali e delle zampe; le specie che volano più potentemente hanno maggiore il primo di questi rigonfiamenti; al contrario di ciò che si osserva nelle altre le quali si valgono delle zampe a preferenza delle ali.

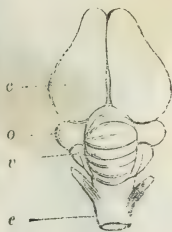



Fig. 218. *Cervello di uno struzzo.*

§ 435. Il regime degli uccelli è svariatissimo, perchè alcuni si nutrono soltanto di semi, altri di insetti, altri di pesci, altri di carni di mammiferi o di uccelli vivi, altri infine di cadaveri e di carogne guaste. Talvolta prendono il cibo colle zampe; ma lo istromento principalmente destinato a quest' uso è il becco, che varia nelle forme a seconda la diversa natura dei cibi, e l' indole più o meno carnivora delle specie. Circostanza per la quale i zoologi hanno potuto desumere da esso degli eccellenti caratteri di classa-

zione. Il suo margine è reso tagliente da una materia cornea più o meno solida, ma non è mai armato di veri denti, sicchè gli uccelli masticano male, e non masticano punto. I carnivori che hanno bisogno di stracciare la preda, come i falchi (fig. 220), le aquile (fig. 214), gli avoltoi (fig. 222),

Fig. 219. *Nibbio* (Milvus). Fig. 220. *Testa di un falco.*

hanno la mandibola superiore molto corta, robusta, uncinuta ed acutissima alla punta, anzi talvolta essendo addentellata ai lembi diventa un' arma formidabile; è facile dedurre l' indole più o meno sanguinaria delle diverse specie dal maggiore o minor sviluppo di questi caratteri. Così il falco (fig. 220), che ha il becco più adunco, più corto, più addentellato, e, comparativamente alla grandezza dell' animale, più robusto d' ogni altro uccello da preda, prevale a tutti come intrepido cacciatore, mentre il nibbio (fig. 219) che gli differisce solo perchè ha il becco meno forte, meno curvo, ed integro ai margini, e le unghie meno robuste, riesce un animale pusillanime; l' avoltojo poi (fig. 222) che lo porta più lungo e perciò debole, non assale neppure gli animali, ma si pasce dei loro cadaveri. Gli uccelli marini che vivono di pesci il più spesso troppo grossi perchè possano ingojarli interi, sono notevoli per la curva e l' ingrossamento con cui termina quel loro organo (fig. 221), il quale però, essendo molto lungo, riesce fiacco.

Fig. 221.

Gli altri pescivori che cacciano piccoli rettili o pesciolini facili ad essere deglutiti interi, hanno il becco dritto, lunghissimo e simile ad un par di molle; come può osservarsi nel martino-pescatore (fig. 226), e nelle cicogne (fig. 223), ecc.

Fig. 222. *Grifone* (Vultur fulvus).

Fig. 223. *Cicogna sacchigera* (Ciconia argala).

Le specie che vivono di insetti, di vermi, sementi o frutti sono architettate molto diversamente; le prime, per l'ordinario hanno il becco gracilissimo, lunghissimo, e dritto, o solo appena un po' curvo (fig. 224), eccettuati i casi nei quali debbano cogliere quei piccoli animaletti quando volano, perchè allora lo portano corto, largo, e profondamente aperto, alla maniera delle rondini e dei succia-capre (fig. 225), onde così quelle prede entrino con tutta facilità nelle loro gole. Invece i granivori hanno il becco corto,

Fig. 224. *Vespajolo* (Merops).

robusto, superiormente curvo o conico, ed il più spesso dritto (fig. 227).

Fig. 225. *Succia-capra* (Caprimulgus europæus). Fig. 226. *Martino-pescatore* (Alcedo hispida). Fig. 227. *Passero.*

Altra, e più notevole modificazione di quest'organo, la troviamo nei pellicani (fig. 228), uccelli acquatici i quali in

Fig. 228. *Pellicano.*

mezzo alle due branche della mascella inferiore portano appeso un largo sacco formato della pelle. Giovati della molta estensibilità di quell'organo essi vi accumulano per entro il bottino, che poi a tempo e luogo buttan fuori per mangiarlo. Infine non taceremo che il becco di alcuni uccelli presenta delle forme strane, l'uso delle quali ci rimane inconcepibile. Tale sarebbe quella maniera di cimiero che s'alza in mezzo alla fronte dei calao (fig. 229), e che talvolta giunge ad enormi dimensioni.

Fig. 229. *Calao* (Buceros) *coll'elmo semilunare.*

§ 436. Alcune volte la lingua serve loro tanto per prendere come per deglutire gli alimenti, ed in quanto alla struttura presenta dei particolari notevoli; così, per esempio,

l'osso ioide (*i*, fig. 230) che la sorregge, s'allunga posteriormente in un par di corna, le quali s'alzano, curvandosi,

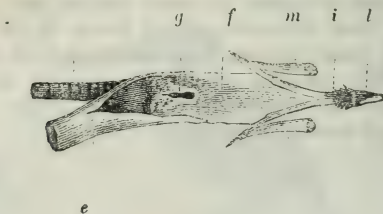



Fig. 230 (1).

dietro la testa, e portano ai capi estremi dei muscoli che anteriormente si saldano alla mascella inferiore (*m*); ond'è che quando si contraggono tirano quelle corna all'imbasso ed in avanti, e fanno scoccare la lingua fuori della bocca. Questo congegno è curioso a vedersi principalmente nei picchi (fig. 231), ed in quelle altre specie che la dardeg-

Fig. 231. *Testa di un picchio.*

giano velocissimamente a molta distanza sugli insetti che vogliono predare. Inoltre vogliasi notare che la lingua, la quale è grossa e carnosa nei pappagalli, ed in tutti gli uccelli che fino a un certo punto masticano il cibo, resta

(1) Lingua, glotta, ecc.; — *l* lingua; — *i* osso ioide; — *m* muscoli dell'ioide; — *f* faringe; — *g* glotta; — *t* trachea; — *e* esofago.

tuttora larga e molle in quelli di rapina, ma nei granivori (fig. 230) la si trova quasi sempre arida, triangolare ed irta alla base per molte punte cartilaginee; infine qualche insettivori la portano armata all'apice di denticini od uncinetti.

Le ghiandole salivali sottostanno alla lingua, e constano di massiccelle rotonde di follicoletti. La saliva ordinariamente è densa, talvolta anche appiccaticcia.

§ 437. La retrobocca o faringe continua colla bocca per la mancanza del velo pendolo avvertito nei mammiferi ; del resto non presenta nulla di notevole. L'esofago (fig. 232)

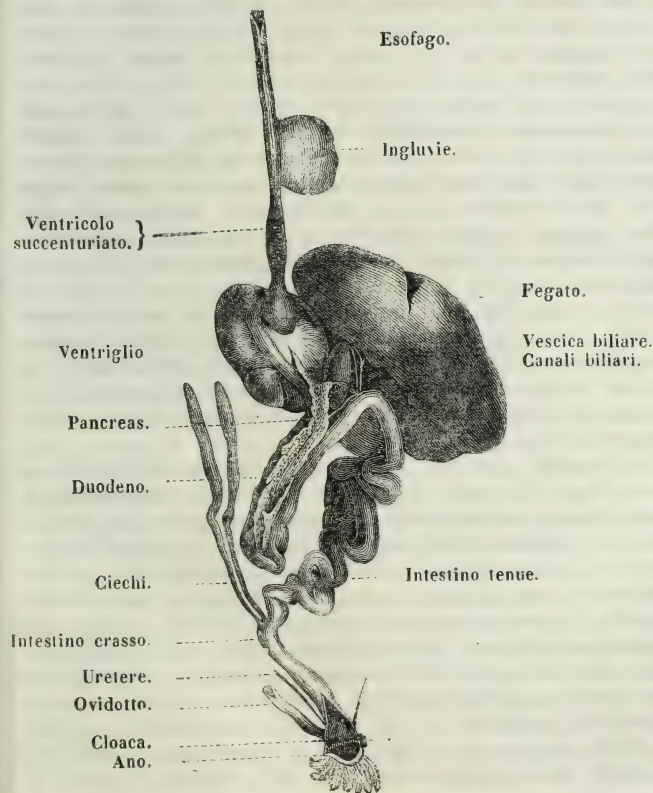



Fig. 232. *Apparato digerente di un pollo.*

giunto alla regione posteriore del collo si apre in un primo sacco digerente a pareti membranose detto l'*ingluvie*, che varia molto nelle forme e nella dimensione, e dentro il quale le materie alimentari sostano per un dato tempo. Questo sacco è maggiore nei granivori di quello lo sia in tutti gli altri uccelli; esiste pure nella specie di rapina; manca allo struzzo ed alla comune dei pescivori. Sott'esso l'esofago quel condotto si stringe per rigonfiarsi a qualche distanza e formare il ventricolo detto *succenturiato*, e che ha la parete interna crivellata da un numero indefinito di piccoli pori, i quali s'aprono nei follicoli destinati a secernere i sughi gastrici. In generale questo secondo stomaco è poco capace, ma si trova maggiore in quelle specie che mancano dell'ingluvie a cui pare allora supplisca. Infine il ventricolo succenturiato continua inferiormente in un terzo stomaco detto il *ventriglio*, dentro cui si compie l'opera della chimificazione: la capacità di quest'ultimo sacco è molto varia, e la sua struttura presenta delle differenze importantissime. Gli uccelli prettamente carnivori hanno le pareti del ventriglio sottili e membranose, invece negli altri che ingojano alimenti più duri, e di più difficile digestione, quest'organo è fornito di muscoli robustissimi per opera dei quali vengono compressi e stritolati. Quindi è più che altrove muscoloso nei granivori, nei quali al molto spessore delle pareti aggiunge nuova e grandissima forza la natura cartilaginea della epiderma che lo copre internamente. Si trovò che lo struzzo sminuzza con questo apparato le sostanze più solide; a tutta ragione può aversi come un surrogato all'apparato masticatore.

L'intestino che vien dopo questa schiera di stomachi, è meno lungo di quello lo sia per l'ordinario nei mammiferi, ma ciò nulla ostante può dividersi come in essi in tenue e crasso. Il primo, dopo essersi piegato ad ansa, descrive parecchie circonvoluzioni; quantunqne il secondo non ne differisca se non di poco, e non si gonfi, pure è facile distinguerlo dall'antecedente perchè dove lo imbocca esistono due appendici tubiformi, che terminano chiuse, e si dicono i *ciechi*. Le quali appendici mancano però negli uccelli da preda od almeno il più spesso sono minutissime; invece, nella comune dei granivori e degli onnivori, sono lunghe e grosse.

Il fegato è molto voluminoso, e riempie gran parte del torace e della regione superiore dell'addome, le quali ca-

vità formano uno speco solo per la mancanza, o lo stato rudimentale del diaframma. Questa ghiandola, divisa in due lobi quasi eguali, dà origine a due canali epatici, i quali, dopo essersi riuniti, sboccano nell' intestino. Infine esiste quasi sempre la vescicola del fiele, la quale però raccoglie sola una porzione della bile, che versa nell' intestino per un condotto apposito. Il pancreas, generalmente lungo, stretto, e molto suddiviso, giace nella prima ansa del tenue.

La milza, intorno all' uso della quale si hanno nozioni molto incerte, è piccola, ed invece voluminosissimi i reni, che hanno forme molto irregolari, stanno nicchiati in molte fossette escavate lunghessa la regione superiore del bacino, e mancano di quella sostanza che nei mammiferi si nomina corticale. Tanto gli ureteri, quanto gli ovidotti mettono capo presso l' ano, in un' allargatura del retto che si dice la *cloaca* (fig. 252); infine gli uccelli mancano della vescica, e l' orina sgorga cogli escrementi. Abbiamo già notato che questo liquido negli uccelli si compone quasi per intero di acido úrico, sostanza poco solubile, sicchè essiccando lascia una massa biancastra.

§ 438. I prodotti nutritivi della digestione passano dall' intestino nel torrente della circolazione per mezzo dei vasi linfatici, che, raccogliendosi mano mano, finiscono col costituire i canali toracici, i quali s'aprono nelle vene giugolari decorrenti ad ambo i lati della base del collo.

§ 439. Il sangue degli uccelli ha maggior dovizie di globuli di quello dei mammiferi, e questi invece d' essere circolari sono elittici (fig. 28). Del resto, siccome nel suo giro ripete le stesse vie descritte negli animali della classe antecedente, non occorre dir altro in proposito. Infatti dal ventricolo sinistro del cuore passa nelle arterie, che lo spargono ovunque pel corpo, da dove torna nell' orecchietta destra; poi scende nel ventricolo sottoposto, che lo spinge ai polmoni per mezzo delle arterie polmonari; per le vene dei polmoni discende la seconda volta nel cuore, dove entra nell' orecchietta sinistra; infine si raccoglie nel ventricolo sinistro, da dove l'abbiam visto partire, compiendo così il giro di sua circolazione (fig. 37). Il cuore ha la stessa forma, struttura e posizione di quello dei mammiferi, e si compone dei medesimi involucri; le pareti del ventricolo sinistro sono molto grosse, ed il destro lo circonda a dritta, e gli si sovrappone, senza però prolungarsi sino all' apice di

quest' organo; le orecchiette non hanno appendici esterne ben distinte; in fine l'aorta si scomparte sino dall'origine in tre grossi rami (fig. 233), dei quali i primi due portano

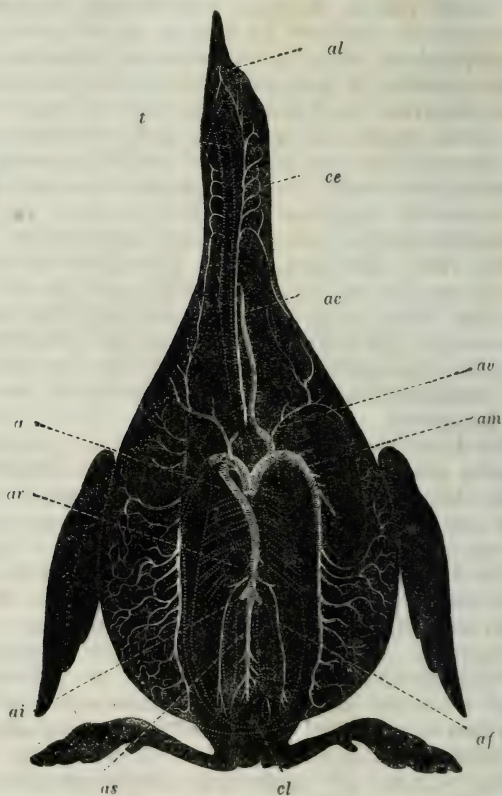



Fig. 233. *Sistema arterioso di un uccello* (1).

(1) Arterie di un *Colymbus*; — *a* arteria aorta; — *am* una delle grosse arterie derivate dall'arco dell'aorta, la quale dopo aver data origine all'arteria carotide (*ac*), e succlavia, corre ai muscoli del petto; essa corrisponde all'arteria mammaria dei mammiferi; — *av* un ramo dell'arteria vertebrale che finisce nei muscoli della spalla; — *ce* anse arteriose provenienti dai rami della carotide esterna; — *al* arteria linguale; — *t* tracharteria; — *ar* arterie dei reni; — *af* arterie femorali; — *ai* arterie ischiatiche, che si dirigono ai membri posteriori; — *as* arteria sacra la quale fa seguito all'aorta, e dà origine all'arteria mesenterica inferiore, ecc., — *cl* cloaca.

il sangue alla testa, alle ali, ed ai muscoli del petto; il terzo, curvandosi sul bronchio destro, costituisce l'aorta discendente. Il modo col quale si distribuiscono le arterie presenta anche esso alcuni particolari, ma di poca importanza; quindi noteremo soltanto che s'intrecciano in larghi plessi anastomizzandosi riccamente in diverse regioni del corpo. Il sistema venoso termina in tre grossi tronchi, l'uno analogo alla vena-cava inferiore dei mammiferi, gli altri corrispondenti presso a poco a vene succlavie non riunite, come nei mammiferi, in un canale comune (cioè in quella che si dice vena-cava superiore), ma che fossero rimaste divise.

§ 440. L'apparato della respirazione offre delle circostanze molto più notevoli, essendo che i polmoni continuano, come lo ebbimo già ad avvertire, con diverse regioni del corpo mediante delle grandi cellule membranose, e vi trasmettono l'aria; siccome perciò il sangue venoso viene a contatto coll'ossigeno non solo quando passa pei capillari dei polmoni, ma anche quando traversa quelli di altri organi, può dirsi che la respirazione riesce doppia. Quegli organi poi, diversamente dei mammiferi, nè si dividono in lobi, nè riempiono lo speco toracico, ma invece aderiscono alle costole, e portano sulla parete inferiore i molti orifizj dei bronchi (fig. 234) che li traversano da parte a parte, e servono a

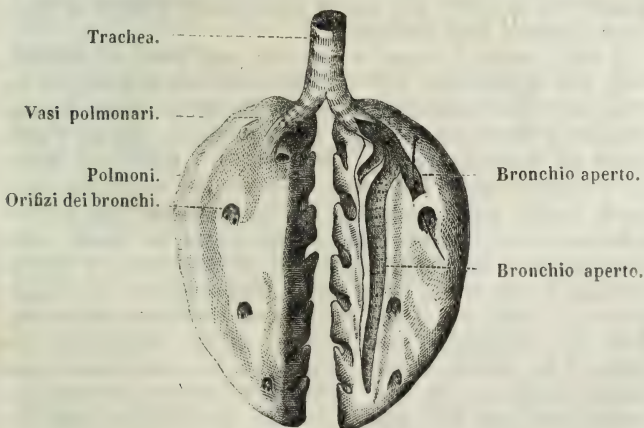



Fig. 234. *Polmoni di un uccello.*

tradurre l'aria nelle cellule pneumatiche sparse tra i diversi organi dell' animale. Queste cavernette circoscritte da setti membranosi comunicano altresì le une colle altre; nel tronco se ne rinvengono talune piuttosto grandi, altre si spingono verso il capo e fra i muscoli dei membri. Tale è il meccanismo col quale l' aria si diffonde per entro la sostanza delle ossa.

Confrontando le cellule aeree di diverse specie di uccelli emerge che, a cose del resto pari, la misura d' aria per esse distribuita nelle diverse regioni del corpo, corrisponde all'energia ed alla continuità dei movimenti fatti dall' animale ; quindi si sparge in tutte quante le ossa delle aquile, degli sparvieri e degli altri migliori volatori, mentre trovasi esclusa quasi per intero dallo scheletro delle alche e delle altre specie che non volano e camminano lentamente. Notisi altresì che in generale l'aria affluisce in maggior copia nei membri adoperati più di frequente per la mozione, ragione per la quale le cellule aeree del femore dello struzzo sono molto capaci.

Gli uccelli fra tutti gli animali sono quelli che respirano più attivamente, e siccome consumano in proporzione maggior quantità d'ossigeno che i mammiferi, cadono anche più facilmente asfitici ; inoltre svolgono anche maggior calore, e la temperatura dei corpi loro sale a 41, 42, 43, e sino a 44 gradi centigradi ; le piume onde sono coperti tornano utilissime ad impedire che non si raffreddino quando si spingono altissimi nell' atmosfera.

§ 441. Anche l' organo vocale è in essi, come nei mammiferi, una dipendenza dell' apparato della respirazione; la laringe superiore concorre per pochissimo nel produrre i suoni, essendo architettata in modo molto semplice. Infatti s'apre come un occhiello (*g*, fig. 230, § 436), i lembi del quale nè si tendono nè si rallentano, e manca dei ventricoli, delle corde vocali, e dell' epiglotta. Ma inferiormente alla trachea s'incontra una seconda laringe che giuoca in modo tutto proprio, ed è tanto più complessa quanto meglio l' uccello modula il suo canto. Nelle specie canore questo piccolo apparato si compone di una maniera di tamburo osseo (fig. 235, *l*), tramezzato nell'interno ed all' inbasso da un setto della stessa natura, sopra cui sta una membrana sottile semilunare (*c*, fig. 236). Il tamburo comincia inferiormente con due glotte, formate dall'estremo capo dei bronchi, e fornite ciascuna di due labri o corde vocali :

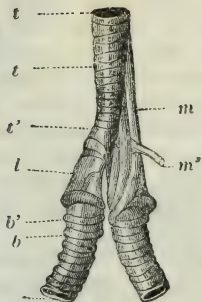



Fig. 235 (1).

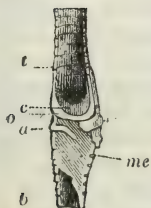



Fig. 236 (2).

infine tra gli anelli componenti queste parti si stendono parecchi muscoli che variano di numero secondo le specie degli uccelli, e gli muovono in modo da tendere più o meno fortemente le membrane che loro stanno attaccate. Negli uccelli che hanno il canto semplice e monotono manca il setto membranoso antecedentemente indicato; in quelli poi che non cantano punto non esistono i muscoli speciali alla laringe inferiore, e la glotta vien mossa dagli stessi muscoli che servono ad alzare ed abbassare la trachea.

§ 442. Gli uccelli essendo ovipari difettano delle mammelle, date ai mammiferi per allattare la prole. L'incubazione, ossia il tempo necessario al giovane uccelletto per svolgersi dentro l'uovo varia nelle diverse specie, ma è

(1) Laringe inferiore di una cornacchia; — *t* tracharteria; — *t'* tamburo, formato dal capo inferiore della trachea; — *l* ossicino mediano della trachea; — *b'* il primo archetto bronchiale, ch'è separato dal terzo ossicino della laringe per uno spazio membranoso; — *b* bronchi; — *m* muscoli proprj della laringe, quelli del lato opposto furono stroncati; — *m* muscolo abbassatore della trachea.

(2) Taglio verticale della laringe; — *t* regione inferiore della trachea fessa pel mezzo; — *c* membrana semilunare soprastante al punto di riunione delle due glotte, e che aderisce ad una sbarra ossea transversa (*o*); — *a* cercine formato dal labro interiore della glotta destra; — *me* faccia interna del bronco destro risultante da una membrana timpaniforme; — *b* una parte del cavo del bronco destro messa allo scoperto mediante la rescissione di un lembo della membrana suddetta.

quasi costante in cadauna di esse; nell'uccello-mosca, il più piccolo fra tutti i volatili, è di soli dodici giorni; nei canarini domestici di quindici a diciotto; ai polli ne abbisognano ventuno, venticinque alle anitre, quaranta o quarantacinque ai cigni. Onde questo fenomeno abbia luogo fa d'uopo il concorso di un dato grado di calore; le uova di certe specie intertropicali si schiudono alla semplice temperatura del raggio solare, ma in generale, onde si trovino nelle dovute condizioni di calore, è indispensabile che la madre li deponga su un letto adatto all'uopo, e li covi coprendoli col proprio corpo.

A questo intento alcuni non fanno che scavare nella terra o nella sabbia una buca rotonda, però la maggior parte intesse con arte maravigliosa una maniera di culla; non è meno notevole il fatto che tutte le generazioni di una specie eseguiscono a puntino gli stessi lavori, ed edificano i loro nidi esattamente eguali, anche quando si trovano in tali circostanze che non hanno potuto vedere quelli dei loro genitori e copiarli; inoltre un mirabile istinto li guida ad adottare gran numero di precauzioni delle quali di certo non conoscono i vantaggi. Le pareti del nido il più spesso sono tessute di vergette flessibili, talvolta non di rado cementate con terra sciolta colla saliva, che è glutinosa; ma, come lo si espose al § 528, variano principalmente nelle forme e nel modo con cui sono scompartiti. Quasi tutti sono coperti al di dentro con materie soffici, che gli uccelli vanno raccogliendo molto diligentemente, anzi talvolta colle pelurie che si strappano dal petto. Quella piuma calda e leggerissima che gira nel commercio col nome di *édredon*, e s'adopera negli usi domestici, non è che la peluria di un' anitra delle isole dai mari artici, l'eidero od oca di Groenlandia (fig. 257), la quale usa spogliarsene per guernirne il nido.

Gli uccelli il più spesso fanno le uova una volta sola all'anno, talora anche due; però nello stato di domestichezza diventano molto più fecondi. In generale le specie piccole ne partoriscono un numero molto maggiore delle grandi; così nel nido dell'aquila se ne trovano uno o tutt' al più due; ed in quelli delle cinciallegre (*Parus*), e dei regoli o reattini, da quindici a venti.

È mirabile la costanza colla quale attendono a covarle; talvolta vi prendono parte ambedue i parenti, altre volte, mentre la sola femina resta accosciata su di esse, il maschio veglia

Fig. 237. *Eidero* (Anas mollissima).

e provede ai di lei bisogni; in alcune specie però le cure dell'incubazione spettano interamente alla femmina, la quale, generalmente parlando, non abbandona la sua progenie foss'anche pei brevi istanti, se non per forza e spinta dalla fame; e quando i piccoli sono sbucciati prodiga loro le più tenere cure, li copre colle ali per guardarli dal freddo, ed imbeccandoli fornisce loro i cibi meglio convenienti, anzi spesso versa nel loro gozzo delle materie che ha già in parte digerite essa stessa onde sovvenire alla molta delicatezza dei loro stomachi. Infine giunto il momento la si vede educarli a muovere i primi passi, ed a valersi delle ali, e quando sono minacciati da qualche pericolo proteggerli e difenderli con tale coraggio e fervore che parrebbero quasi intelligenti. V'hanno però alcuni uccelli che mettono le uova in nidi non proprj, onde vengano covati da madri estranee; tale è il cuculo, che le depone uno dopo l'altro in quelli dei beccafichi, dei zigoli, dei merli o di altri insettivori, usi a dare ai loro figli la stessa imbeccata di cui abbisogneranno i piccoli cuculi; e, cosa mirabile, la covatrice diventa per questi intrusi una madre affettuosa ed instancabile, quantunque per essi venga orbata dalla sua prole. Secondo alcuni naturalisti i vecchi cuculi usano distruggere le uova dei nidi ai quali affidano le

proprie; invece altri accertano che il cuculotto appena venuto alla luce getta dal nido egli stesso l'uno dopo l'altro gli uccelletti di cui usurpò il posto. L'inglese dottor Jenner, tanto benemerito per la scoperta del vacino, asserisce aver spesso osservati i maneggi coi quali quell'intruso si sbarazza de'suoi più deboli compagni; cacciandosi sotto uno di essi, facilmente se lo tira su la schiena, dove lo tiene saldo coll'ajuto delle ali, poi indietreggiando sino all'orlo del nido lo sbalza fuori; le quali arti ripete col secondo e col terzo, e le continua sino a che non ne resti alcuno. Non è ben nota la ragione per la quale i cuculi abbandonano le cure dell'incubazione ad altri uccelli; spesso però rimangono presso il luogo dove deposero le uova, e quando la prole è cresciuta quanto basta per poter volare, abbandonando chi sino allora l'ebbe nutrita, raggiunge i parenti naturali onde ricevere da essi la necessaria educazione.

Quantunque l'istinto che spinge gli uccelli a covare, sia in generale uno dei più forti che provano, pure quest'impulso in certo modo cieco può trovarsi modificato sino ad un certo punto dalle condizioni esterne. Quindi è che vediamo gli struzzi covare le uova quando trovansi nei climi temperati, ed invece sotto la zona torrida abbandonarne l'incubazione al calore dei raggi solari. Pare inoltre che spesso parecchi di questi grossi volatili riuniscano le loro uova in una fossa comune per covarli a turno.

§ 445. Le cure che gli uccelli impartono ai loro nati sono argomento di osservazioni interessantissime; ma anche più notevole è l'altro singolare istinto che gli spinge in tempi prestabiliti ed al mutarsi delle stagioni a mutar paese, e fa che in dati giorni dell'anno intraprendano viaggi più o meno lunghi (§ 325). Alcune specie emigrano verso settentrione, o mezzodì, per schivare il freddo od in cerca di una temperatura meno calda, e più adatta a nidificare od a passare il periodo della muda; altri, come la maggior parte degli insettivori, pare invece che lo facciano, per procurarsi più facilmente con che vivere; ma ve ne hanno di quelli che viaggiano regolarmente a quel modo senza che possa indovinarsi la ragione che ne gli spinge, e senza che per quell'espatriazione vengano a mutare in modo avvertibile le condizioni in cui si trovano. Del resto quale pur sia la causa per la quale torna utile agli uccelli stessi od alla loro prole l'emigrare periodicamente è certo che quei

loro viaggi devonsi soltanto ad essa. Le specie peregrinanti periodicamente sentono il bisogno di mutar luogo come in altri tempi provano quello di erigere i nidi, senza esservi spinte nè da un calcolo ragionato, nè dalla previsione dei vantaggi che ne trarranno; e questo bisogno è l'effetto d'un istinto cieco che talvolta si svolge in essi indipendentemente da tutto ciò che pel momento potrebbe influire sul ben essere individuale. Esperimentando in alcuni uccelli viaggiatori nostrali, si trovò che, giunto il momento solito, questo bisogno si appalesa in essi molto violento anche quando si ebbe la cura di tenerli in un ambiente costante e di provvederli in copia dei debiti cibi; e si noti che s'era avuta l'avvertenza di scegliere degli individui giovani, e tali che non avessero per anco contratta l'abitudine di quei viaggi. Quando gli uccelli mutano clima non aspettano che il freddo ve li spinga, e non s'inoltrano verso mezzodì mano mano che l'inverno s'estende là dove si trovano, ma lo prevengono e si portano direttamente e quasi di un sol tratto nelle regioni tropicali; poi sovente si vedono tornare in primavera quando la temperatura è molto più bassa di quello lo fosse allorchè ci hanno lasciati; sicchè, lo ripetiamo di nuovo, è impossibile notare una coincidenza tra l'epoca d'emigrazione di alcune specie ed una qualunque condizione esteriore avvertibile, e questo fenomeno rimane inesplicabile come tutti gli altri conseguenti dall'istinto. Progredendo nello studio degli animali spessissimo ci avverrà di notarne altri nè meno interessanti, nè meno misteriosi.

Se le migrazioni dipendono da un impulso istintivo e cieco, non bisogna però concludere che le condizioni esterne restano estranee in tutto allo sviluppo del bisogno che provano le specie pellegrinanti di mutare abitazione; anzi può notarsi che in generale questo fenomeno coincide colle variazioni atmosferiche, e che il giorno dell'arrivo e della partenza si trova spesso anticipato o ritardato dalla maggiore o minore persistenza del freddo.

Il tempo nel quale gli uccelli di passata giungono tra noi varia secondo le specie; quelli originarj delle contrade settentrionali d'Europa si lascian vedere in fine d'autunno od al principio dell' inverno, e sfuggendo dai primi caldi, come prima avevano sfuggiti i giorni troppo rigidi, tornano verso il nord per nidificarvi; altri che nascono sempre nei nostri paesi, e quindi devono dirsi essenzialmente

indigeni, ci lasciano in autunno, e dopo aver svernato in climi più miti ritornano tra noi in primavera, o viceversa vanno al nord per togliersi alla soverchia caldura dell'estate, poi tornano a metà della bella stagione. Infine ve ne hanno alcuni che non stanziano mai tra di noi, ma ci visitano di solo passaggio. In generale il tempo dell'arrivo e della partenza di questi viaggiatori è preciso, secondo le specie alle quali appartengono, ed i cacciatori edotti dall'esperienza contano su di esso come su una rendita fissa a scadenza determinata. Però l'età degli individui vi apporta qualche leggiera modificazione; i giovani ordinariamente si mettono in viaggio qualche tempo dopo gli adulti, forse perchè, mutando le piume più tardi, quando i primi si sentono già forti abbastanza per sostenere le fatiche del viaggio, essi trovansi tuttora aggravati da quella specie di malessere che accompagna quel fenomeno.

§ 444. Nella storia degli uccelli non è meno curiosa la facoltà mediante la quale sanno dirigersi in paese ignoto, e riconoscere a grandissima distanza la via ai loro nidi; i piccioni viaggiatori ci fornirono già un esempio (§ 339) di questo istinto, o senso che dir si voglia, sempre però incomprensibile all'uomo; ed altro non meno notevole possiamo vederlo nelle rondini. Queste, come lo si avvertiva al § 325, fanno delle lunghe peregrinazioni, eppure per un istinto singolare reduci nella primavera seguente sanno trovare i luoghi dove posero il nido, e vi tornano costantemente; del qual fatto è facile accertarsi legando un filo di seta alla zampa di una di esse per constatarne l'identità. Comunemente edificano il nuovo nido vicino a quello nel quale sono nate; la rondine comune (*Hirundo rustica*) ne erige ogni anno uno nuovo superiormente a quello fatto nell'anno antecedente; ed il balestruccio comune (*Hirundo urbica*) accanto al nido abbandonato nell'autunno. Spallanzani, insigne fisiologo nostro vissuto in sul finire dello scorso secolo, vide una coppia di questi uccelletti tornare per diciotto anni di seguito agli stessi nidi, e servirsene senza quasi riattarli. In altre occasioni si mostrano pure fornite della singolare attitudine di dirigersi verso un luogo prefisso, quantunque se ne trovino lontanissime; quando, presa una rondine mentre cova, e tradottala dentro una gabbia a grande distanza, la si lascia libera, essa s'alza dapprima a perdita d'occhio quasi per esplorare il paese, poi si volge diretta-

mente verso il luogo della sua nidiata. Lo stesso Spallanzani ha ripetuto più volte questo esperimento, e sempre con esito eguale, e vide una coppia di dardanelli (*Hirundo riparia*), che avea portata a Milano, raggiungere in tredici minuti la nidiata da cui era stata tolta in Pavia, cioè a circa sette leghe di distanza.

§ 445. Alcuni uccelli hanno pure in altissimo grado l'istinto sociale; ebbimo già campo di dire come parecchi si raccolgono in falangi sterminate per viaggiare di conserva, e come qualche volta si soccorrono a vicenda (§ 529, 531, 538); ma deve avvertirsi che tali istinti si sviluppano nelle sole specie insettivore ed in quelle che si nutrono di sostanze vegetali; gli uccelli da preda vivono sempre o solitari o tutt'al più appajati.

§ 446. Gli uccelli si distinguono come i mammiferi pel modo col quale si procurano il nutrimento, essendochè, quantunque il maggior numero degli uni e degli altri vi attendano di giorno, pure in ambedue le classi vi hanno delle specie notturne ed altre crepuscolari. Non tornerà inutile il notare che generalmente quest'ultime sono di colore cupo, e che avendo le piume molli volano silenziose, quasi che il Creatore nell'immensa sua providenza abbia voluto favorirle nella caccia che danno fra le tenebre agli altri animali. Le diverse specie dei gufi, e dei succiacapre ci forniscono esempio di questa coincidenza fra le costumanze degli uccelli e la natura delle loro piume (1).

§ 447. I naturalisti enumerano da cinquemila specie di uccelli all'incirca, e siccome sono organati in modo molto uniforme, così non riesce troppo agevole il suddividerli. I caratteri medianti i quali vengono aggruppati in ordini, in famiglie ed in generi si desumono principalmente dalle forme del becco e delle zampe, la struttura dei quali organi è in relazione col regime che tengono. Noi seguendo il metodo di Cuvier li ripartiremo in sei ordini, cioè in *Uccelli di rapina*, *Passeri*, *Arrampicatori*, *Gallinacei*, *Trampolieri* e *Palmipedi*.

§ 448. Gli UCCELLI RAPACI O DI RAPINA (I), si

(1) In altra classe del Regno Animale avviene di notare anzi più che alcune farfalle crepuscolari o notturne, ripetendo la stessa coincidenza tra le costumanze e l'aspetto dei tegumenti esterni, non solo hanno la polvere squammosa delle ali, ed i peli del corpo tinti, in regioni analoghe degli stessi toni che trovansi avere le piume di questi uccelli, ma presso a poco riproducono anche gli stessi disegni.

(*Nota all'edizione italiana*).

riconoscono alle unghie ed al becco potentissimi, e perchè hanno la mandibola superiore robusta, uncinata in punta, ed acuta all'apice, sì che riesce adatta a lacerare le carni degli animali di cui si nutrono; inoltre per quella vigoria delle dita e per la forma e potenza delle unghie afferrano la preda in modo che non può più scamparne. In generale mostrano in tutte le parti del corpo una grandissima forza, e la stessa fisonomia ne tradisce l'indole selvaggia. Alcune specie sono *diurne*, e queste hanno le piume fitte, e gli occhi che guardano lateralmente, come può vedersi negli avoltoi (fig. 222) nei gipaeti (fig. 238), nei falchi, nelle aquile (fig. 214),

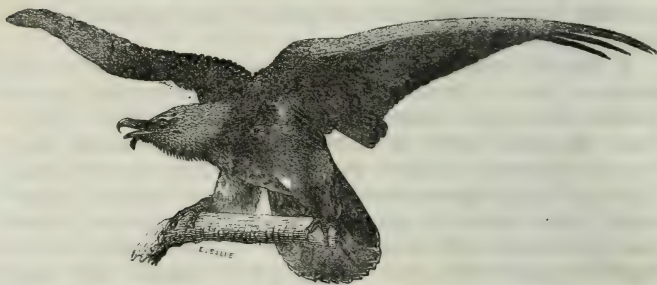



Fig. 238. *Avoltojo degli agnelli* (Gypaetos barbatus).

negli sparvieri, nei nibbj (fig. 219), nelle pojane, ecc.; le *notturne* si raccolgono nella famiglia delle civette (fig. 239), distinta per avere le piume molli, e gli occhi diretti all'innanzi.

Fig. 239. *Allocchetto* (Scops).

Fig. 240. *Uccello di paradiso* (Paradisæa).

§ 449. I PASSERI (II) hanno le gambe grandi, sottili e fatte come all'ordinario, cioè nè palmate, nè armate di unghie adunche e forti, nè allungate a trampolo; portano un solo dito diretto all'indietro, il becco sottile e dritto (fig. 241) od appena curvo (fig. 242 e 243), e le ali grandi;

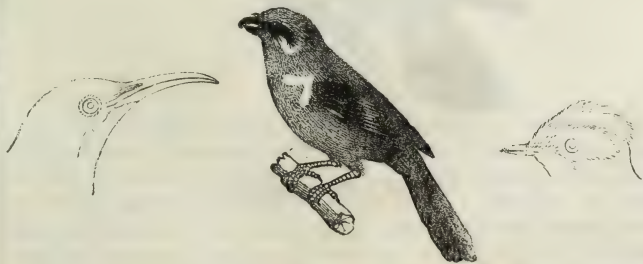



Fig. 241. *Pecchiotto* (Sitta). Fig. 242. *Velia* (Lanius). Fig. 243. *Reattino* (Regulus).

in fine sono tutti o piccoli o di dimensioni mediocri, ed in generale di forme svelte e leggieri. Alcuni vivono di insetti, altri di grani, altri infine mangiano di tutto; tra essi comprendonsi gli uccelli canori e quasi tutti quelli di passaggio. Il numero dei passeri è grandissimo, ed a noi, per darne un esempio, basterà citare le velie (fig. 242), i merli, i beccafichi, le rondini, i succiacapre (fig. 225), le lodole, i veri passeri, i corvi, gli uccelli di paradiso (fig. 240), i colibri od uccelli mosca (fig. 244), i regoli o reattini (fig. 243), i martino-pescatori (fig. 226), ed i calaco o buceri (fig. 229).

§ 450. I RAMPICATORI (III), quantunque organati come i passeri e sottoposti allo stesso regime, pure hanno le dita rivolte due all'innanzi e due all'indietro, sicchè ponno facilmente aggrapparsi ai tronchi ed ai rami degli alberi, ed arrampicarvi in ogni direzione; al qual uopo talvolta si

Fig. 244. *Colibri* (Trochilus).

valgono anche del becco. In essi si allogano i tucani, notevoli per la grandezza straordinaria del becco, i pappagalli (fig. 245), i cuculi, i picchi (fig. 211), ecc.

Fig. 245. *Pappagallo* (Ara).

§ 451. Il becco dei GALLINACEI (IV) è di media grandezza, e superiormente gonfio, e solo adatto ad un regime granivoro; le loro ali sono corte; il corpo greve; le zampe mediocri; e le dita deboli, ma ordinariamente riunite alla base da una pieguzza cutanea. Quasi tutti volano male, ed usano appollajarsi sugli alberi, e razzolare il terreno per cercarvi il cibo. Quest' ordine si compone di due famiglie ben distinte, quella cioè dei piccioni, e l' altra dei veri gallinacei, in cui s' allogano il gallo, il fagiano, il pavone, il pollo d' India, le

Fig. 246. *Francolino delle nevi* (Lagopus).

galline faraone (*Numida*), i craxo (*Crax*) (fig. 247), le pernici, le quaglie, i lagopus o francolini delle nevi (fig. 246), i galli di monte, ecc.

Fig. 247. *Fagiano di* Carassou (Crax alector).

§ 452. I TRAMPOLIERI (V) si conoscono ai tarsi che portano altissimi, ed alle gambe nude all' imbasso di piume, per

il che pare che camminino su trampoli; la quale struttura li soccorre molto opportunamente sia a correre veloci, sia a guadare le acque non troppo profonde. In generale sono di forme svelte, ed hanno il collo così lungo, che giungono a raccogliere da terra gli alimenti qual pur sia la lunghezza delle loro gambe. Alcune specie si nutrono di erbe, altre di rettili acquatici, di molluschi, di pesciolini, ecc. Si annoverano in questa divisione gli *uccelli da riva*, tali gli aironi, le gru (fig. 248), le cicogne (fig. 223), le ardee (fig. 249),

Fig. 248. *Gru.*

le beccacce, gli ibi (fig. 212), gli imantopi (fig. 216), le foliche, i fenicotteri (fig. 250), ecc., ed altri generi, i quali, quantunque costrutti allo stesso modo, pure hanno abitu-

Fig. 249. *Ardea o sgarza stellare* (Botaurus stellaris).

dini diverse, tali gli struzzi (fig. 215), i casoari (fig. 204) e le ottarde.

Fig. 250. *Fenicottero.*

§ 453. Infine i PALMIPEDI od UCCELLI NATANTI (VI), distinguonsi principalmente per avere le gambe lunghe, e conterminate da una larga natatoja, formata dall' espandersi che fa la pelle in siffatto modo che unisce tutte le dita fra loro; i quali remi essendo generalmente posti molto indietro se agevolano il nuoto, rendono però difficile il camminare. Citeremo come esempi di questo gruppo i monchi (fig. 213) e le alche che hanno le ali tanto corte che riescono inette al volo. Invece altre specie, come le procellarie, le diomedee, i gabbiani (*Larus*), e le sterne o rondini marine (fig. 251), le

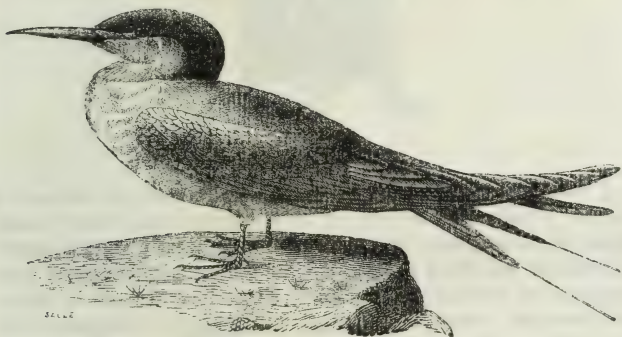



Fig. 251. *Rondine di mare* (Sterna hirundo).

hanno lunghissime, e quindi volano eccellentemente; i pellicani (fig. 228), le fregate (fig. 209), ed i Bassano o matti da Bassano (*Sula*), che hanno il volo non meno forte degli antecedenti si distinguono per avere il palmo anche più largo; infine devono qui pure ricordarsi i cigni, le oche, e le anitre (fig. 217), il becco dei quali invece d' essere corneo è coperto da una pelle molle.

CLASSE DEI RETTILI.

§ 454. La classe dei rettili comprende *tutti gli animali a sangue freddo che sortono fin dalla nascita una respirazione aerea ed incompiuta.* Se questi hanno polmoni come i mammiferi e gli uccelli, il loro apparato della circolazione è però sempre così architettato che parte dal sangue venoso si mesce coll'arterioso senza aver prima attraversato l'organo della respirazione ; la qual mistura avviene generalmente nel cuore, fornito di un ventricolo unico, in cui s'aprono l'una e l'altra orecchietta (§ 108). Infine la pelle loro è quasi sempre squammifera.

In quanto alle forme generali, i rettili s'accostano piuttosto ai mammiferi che agli uccelli ; del resto però sono foggiati in modi molto svariati, come può vedersi mettendo in confronto una testuggine (fig. 253), un coccodrillo (fig. 252),

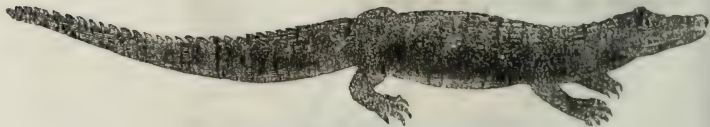



Fig. 252. *Coccodrillo.*

ed una serpe (fig. 254). Per l'ordinario hanno la testa piccola ed il corpo allungato; taluni, come i serpenti, o man-

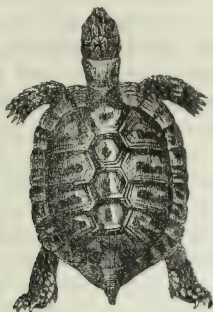



Fig. 253. *Testuggine greca.*

cano affatto dei membri o non gli offrono che rudimentali (fig. 255); più spesso però ne portano quattro, architettati

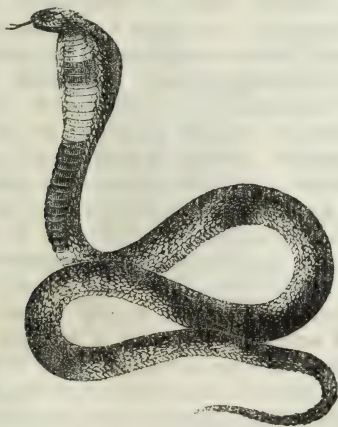



Fig. 254. *Naja aspide.*

per nuotare, o per camminare, come nelle lucertole; ma di frequente avviene che essendo troppo corti lasciano che il tronco strisci sul terreno, ed invece di essere diretti parallelamente all' asse del corpo, e muoversi in quella direzione, divergono ai lati, e si muovono dall' infuori all' indentro, posizione sfavorevolissima alla locomozione. E appunto il nome stesso di rettili provenne loro da quel modo impacciato di progredire pel quale pare piuttosto che si strascichino sul terreno di quello che camminino.

Fig. 255. *Calcide.*

§ 455. Nel loro scheletro s' incontrano delle modificazioni più importanti di quelle offerte dagli animali vertebrati a sangue caldo, perchè, meno la testa e la colonna vertebrale, ponno mancare l' una dopo l' altra tutte le parti onde si compone quell' interna impalcatura; ma quelle che rimangono costanti somigliano sempre moltissimo alle parti che nei mammiferi facilmente vi si riconoscono analoghe.

§ 456. Il cranio è sempre piccolo e la faccia allongata: la mascella inferiore consta di molti pezzi, come nei volatili, e come in essi s' articola con un osso distinto dal temporale (l' osso quadrato o timpanico), che la sua volta sta sospeso ad una leva mobile (fig. 267); per la quale disposizione la bocca può aprirsi anche più largamente e di molto, come vedremo tantosto parlando della deglutizione dei serpenti. La mascella superiore il più spesso è immobile, meno però nei serpenti nei quali s' articola in modo da poter fare alcuni movimenti. Le ossa del cranio di alcuni rettili, quali sarebbero le lucertole e le testuggini, distendendosi lateralmente sopra le tempia come uno scudo, allungano grandemente la testa; la quale in generale è poco mobile e si

articola sulla colonna vertebrale per un solo condilo a molte facce.

§ 457. Quelle del tronco sono anche più svariate sia nella disposizione, che nel numero. Le lucertole, i coccodrilli, ed altre specie conformate analogamente presentano poche anomalie; solo è a notarsi che hanno un maggior numero di coste dei mammiferi e degli uccelli, perchè non ne portano soltanto nella regione toracica ma anche all' addominale. I serpenti mancano dello sterno e delle ossa dei membri, e le moltissime costole di cui sono forniti terminano libere al capo inferiore; talvolta, e, per esempio, nel colubro, se ne contano sino a trecento paja, tanto mobili che l' animale strisciando sul suolo, può servirsene come di altrettanti puntelli; e riescono pure mobilissime anche le vertebre, perchè si articolano con una tuberosità la quale s' addentra in una nicchia corrispondente, escavata nella vertebra vicina, e sono tenute in contatto da semplici legamenti. Ma la disposizione di queste ossa è più che altrove notevole nelle testuggini, nelle quali costituiscono due larghi scudi dentro cui l' intero animale può appiattarsi a tutto agio. Lo scudo dorsale è detto il *carapace*, l' altro ventrale (fig. 256)

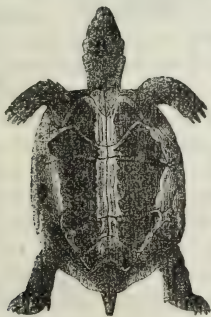



Fig. 256. *Testuggine vista pel di sotto* (Testudo græca).

il *piastrone*, e l' uno si salda all' altro pei margini, lasciando all' innanzi ed all' indietro un' apertura per la quale il rettile sporge liberamente la testa, le zampe, e la coda.

Questo usbergo è coperto dalla sola pelle, il più spesso è guernita di larghe piastre scagliose; ed i muscoli e tutte le altre parti molli trovansi racchiuse nel largo speco risultante da una simile disposizione.

§ 458. È chiaro che la carcassa ossea delle testuggini deve essere profondamente modificata onde ammettere una architettura tanto strana, ciò che non toglie vi si riscontrino le stesse parti che costituiscono lo scheletro dei vertebrati normali, solo mutate nelle forme e nelle proporzioni.

Quando si esamini la superficie esterna del carapace, composto di moltissime piastre ossee congiunte le une alle altre mediante sutura, si vede che otto di queste decorrono sulla linea mediana, avendo all' uno ed all' altro fianco una schiera longitudinale di otto altri pezzi ciascuna; e venticinque o ventisei, girando come cornice intorno a quelle tre schiere, compongono con esse uno scudo ovato. Colla sola scorta di questi indizj sarebbe difficile conoscerne la vera natura; ma se si porta l' attenzione sulla parte interna del carapace (fig. 257) tosto si è fatti accorti che i pezzi mediani, indicati pei primi, sono una dipendenza delle vertebre dorsali (*vd*); in fatti sotto cadauno di essi può notarsi una vertebra foggiata come per l' ordinario, ed il canal vertebrale dentro cui si annicchia il midollo spinale; solo che la parte superiore delle pareti dell'anello costituente il canale invece di avere la solita forma di una benda ossea transversale, e restar sciolta dalle sue congeneri per uno spazio vuoto, ed invece di essere coronata da un'apofisi, s' allarga in un disco, e continua non interrotta colle piastre analoghe appartenenti alla vertebra che la precede ed all' altra che gli vien dopo. Le vertebre dorsali, così fatte immobili, portano ciascuna un par di costole come nell' uomo e negli altri vertebrati; le quali costole però (*c*) s'allargano sino a toccarsi in tutta o quasi tutta la loro lunghezza, e si saldano l' una coll' altra mediante sutura; infine le piastre marginali (*cs*), che si articolano col capo estremo delle costole ed in certo modo incorniciano il carapace, rappresentano evidentemente la parte sternale di queste ossa, la quale, se nei mammiferi resta cartilaginea, abbiamo però vista farsi ossea negli uccelli. Può anzi notarsi che in alcune testuggini rimangono allo stato di cartilagine; e nella comune dei casi parecchie di esse poggiano lateralmente sull' orlo del piastrone.

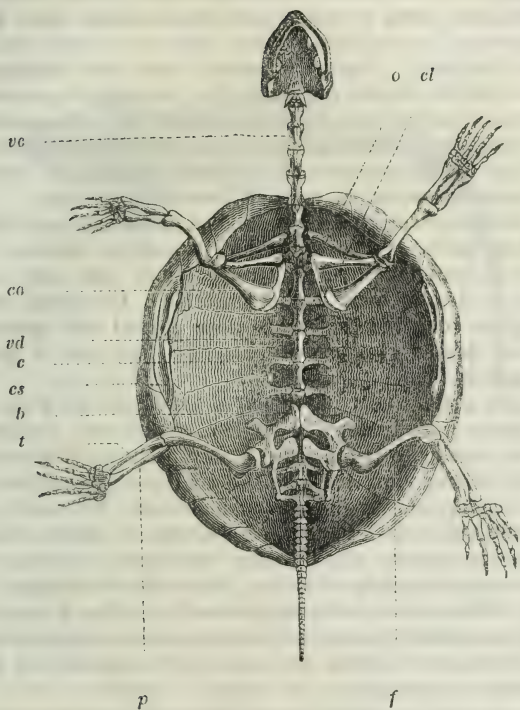



Fig. 257. *Scheletro di una Testuggine* (1).

Il piastrone, formato dallo sterno cresciuto a straordinaria grandezza e disteso dalla base del collo all' origine della coda (fig. 256), si compone di nove pezzi, i quali, meno un solo, s' appajano anzichè schierarsi di fila come nei mam-

(1) Scheletro di una testuggine terrestre dalla quale venne esportato il piastrone; — *vc*, vertebre cervicali; — *vd*, vertebre dorsali; — *c*, costole; — *cs*, costole sternali o scudetti marginali del carapace: — *o*, omoplata: — *cl*, clavicola; — *co*, osso coracoideo; — *b*, bacino: — *f*, femore; — *t*, tibia; — *p*, peroneo.

miferi, e si saldano o si articolano gli uni cogli altri, cosicchè quivi pure ne risulta un gran scudo ovale. Questo scudo ora è di un solo pezzo e tutto solido; ora si divide in tre parti, l'anteriore e la posteriore delle quali sono poco mobili; invece altre volte è vuoto in mezzo e nel resto consistente, e perciò simile ad una cornice; infine si salda lateralmente al carapace, sia per una larga appendice ossea, sia mediante delle cartilagini; lasciando però sempre all'innanzi ed all'indietro quelle aperture per le quali ebbimo ad indicare che l'animale sporge la testa, i membri e la coda.

Accennamo pure che il carapace ed il piastrone sono coperti dalla sola pelle, e che sulla loro superficie esterna non si salda nessun muscolo, ma tutti quelli dal collo e dei membri si fissano nella cavità interiore. La spalla invece di poggiare sulla faccia esterna delle pareti del torace sta anch'essa dentro lo speco, e potrebbe dirsi che il bacino entra nell'addome.

Le ossa della spalla (*o*, *cl*, *co*) s'articolano per l'un capo alla colonna vertebrale, per l'altro allo sterno, sicchè formano un anello contenuto tra il carapace ed il piastrone. Fra esse distinguonsi tre branche che spesso si saldano tra loro, e convergono verso la cavità articolare dell'omero, formata appunto dalla loro riunione. L'uno di questi ossi (*o*), il quale sta sospeso alla colonna vertebrale, è senza dubbio un omoplata; il secondo (*co*), che volge all'indietro, è l'analogo dell'osso coracoide degli uccelli; infine il terzo (*cl*), che discendendo si unisce al piastrone, rappresenta la clavicola od almeno l'apofisi acromion dell'omoplata, col quale d'ordinario si articola.

Il bacino (*b*) s'assomiglia di molto alla cintura formata dalle ossa della spalla, componendosi anch'esso di tre coppie di pezzi distinti, che sono: l'osso iliaco, il quale s'annette alle apofisi transverse delle vertebre posteriori del carapace, ed il pube e l'ischio, che dirigendosi verso il piastrone si riuniscono ai loro congeneri.

§ 459. Le ossa delle spalle di altri rettili somigliano vie maggiormente a quelle degli uccelli. I membri in generale non presentano nulla che meriti un'attenzione speciale; ora non ponno servire che a spingere l'animale all'innanzi, perchè finiscono quasi mozzi, tale sarebbe il caso delle testuggini terrestri; ora invece terminando con delle dita gracili e munite di unghie, come nelle zampe delle lucertole, gli conce-

dono di aggrapparsi alle asperità del suolo e di arrampicare facilmente; altre volte questi stessi movimenti sono agevolati da una disposizione particolare: i geckos una specie

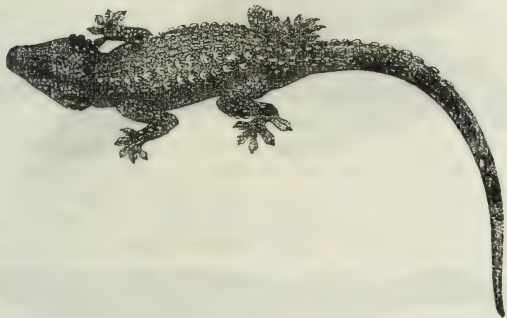



Fig. 258. *Tarantola* (Gecko fascicularis).

dei quali, detta volgarmente *tarantola* (fig. 258) (ma da non confondersi con altro animale a cui si dà lo stesso nome e che appartiene ai ragni), abita le contrade meridionali d'Europa, cioè il regno delle due Sicilie, il sud della Francia, la Spagna, e quasi tutte le costiere mediterranee, hanno le dita larghissime all'apice e che al di sotto sono munite di certe pieguzze cutanee le quali fanno l'ufficio di ventose e permettono a questo rettile schifoso di salire pei muri più lisci, ed anche di camminare sui vôlti delle stanze.

V'hanno pure dei rettili che hanno le dita opponibili come quelle delle mani dell'uomo; i camaleonti (fig. 259) le portano spartite in due fasci che aprono e chiudono come le branche di una morsa, impugnando così i rami sui quali il più spesso si tengono quasi immoti.

Infine le dita di altre specie fatte per restare più o meno abitualmente nell'acqua assumono qualche volta le forme di un remo piatto; la quale struttura, se poco confacente a camminare, adattissima però al nuoto, attualmente non la si

Fig. 259. *Camaleonte comune.*

trova che nelle testuggini marine (fig. 260). In tempi geologi più remoti i nostri mari erano abitati da grandi animali provvisti di simili remi, e che nel resto rassomigliavano di molto alle lucertole od alle serpi; si giunse a

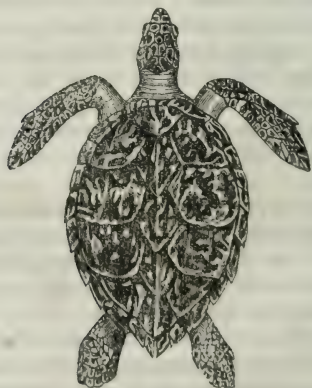



Fig. 260. *Testuggine caretta* (Testudo imbricata).

conoscerli mediante la scoperta che dei loro resti infossiliti, e si dissero ittiosauri da ἰχθύς, pesce, e σαῦρος, lucertola (fig. 261), e plesiosauri, da πλησίος prossimo e σαῦρος (fig. 262), per indicare quelle loro analogie.

Fig. 261. *Ittio sauro*.

Fig. 262. *Plesiosauro*.

V'hanno anche dei rettili alati, quali, per esempio, i draghi (fig. 263), animali anch'essi molto simili alle lucertole, ma che

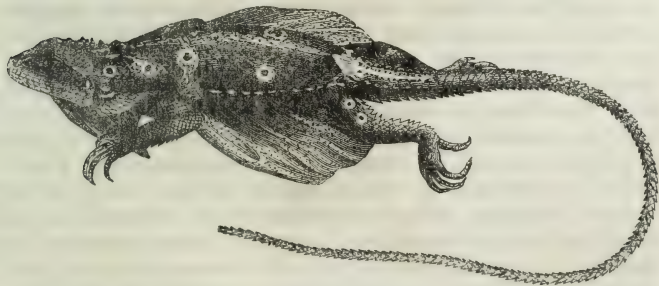
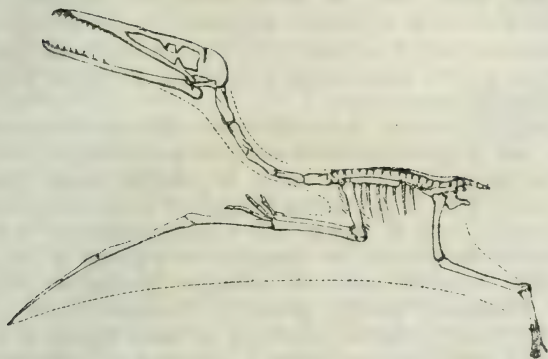



Fig. 263. *Drago*.

se ne distinguono perchè portano delle maniere di vele, formate dalla pelle espansa in sui fianchi allo stesso modo che si notava nei pipistrelli; però s' avverta che quelle pieghe cutanee invece d'essere sostenute e mosse dai membri, restano sciolte, e si tendono sulle prime false costole, le quali protendono orizzontalmente in linea retta. Il drago si serve di questo apparato come di un paracadute onde sostenersi nell'aria quando salta di ramo in ramo, ma non può agitarlo coll' energia colla quale le nottole e gli uccelli battono le ali, quindi non può veramente dirsi che voli. Questo strano rettile, incola delle Indie, giustifica sino ad un certo punto le favole dei lucertoni o dei serpenti volanti che leggiamo in alcuni antichi scrittori, con questa differenza però che i draghi dei zoologi in vece di essere mostri terribili quali ce li dipingono i poeti, sono piccoli e miti animaletti che solo danno la caccia agli insetti.

Contemporaneo agli ittiosauri ed ai plesiosauri, testè ricordati siccome specie estinte da lungo tempo, viveva un rettile anche più strano dei draghi; perchè dalla struttura dal suo scheletro si può indurre che camminava sul terreno e volava; infatti, ha costrutti, al modo solito, tutti i diti delle zampe posteriori e quelli delle anteriori, meno il secondo di queste ultime il quale è lungo due volte il tronco, e probabilmente serviva a sostenere una falda cutanea che disimpegnava gli uffizj di un' ala. Per ricordare una struttura tanto singolare, si diede a questi sauri il nome di *pterodattili* (da πτερὸν ala, e δάκτυλος dito) (fig. 264).

§ 460. I moti dei rettili in generale sono meno vivi e meno durevoli di quelli dei mammiferi o degli uccelli, come lo si potrebbe anche prevedere tenuto calcolo della maggior cortezza del loro respiro, esistendo, come già lo si avvertiva, una relazione intima e diretta tra l'energia di queste due funzioni. I loro muscoli ricevendo minor copia di sangue sono quasi bianchi; in ultimo deve notarsi che questi organi si conservano irritabili per lungo tempo anche dopo che vennero sottratti all' influenza nervosa. Distrutto il cervello od il midollo spinale, o tagliato un dato nervo ad un animale a sangue caldo ne consegue tosto la paralisi o generale o locale, e poco dopo avvenuto questo fenomeno in qualsiasi modo si stimolino le parti offese torna inutile ogni mezzo per eccitarvi le contrazioni muscolari. Invece i rettili mantengono per molto tempo l'attitudine di muoversi

Ffg. 264. *Pterodattilo* (1).

sotto l'influenza degli stimolanti: quindi la coda di una lucertola, quantunque staccata dal corpo, continua ad agitarsi per parecchie ore, e spesso pizzicando i muscoli di una testuggine morta da varj giorni avviene di vederla muovere i membri. Dal che si è tratti a concludere che in questi animali il lavoro fisiologico e la localizzazione delle diverse funzioni sono molto minori di quello lo sieno nei mammiferi e negli uccelli; ragione per la quale la mutua dipendenza delle diverse parti dell' economia riesce meno intima.

§ 461. L'encefalo dei rettili è poco sviluppato; il cervello è liscio alla superficie e privo di circonvoluzioni (fig. 265); i due emisferi sono di forma ovale più o meno allungata, ed internamente portano un vuoto ventricolare; mancano come negli uccelli de' corpi striati; infine nella parte anteriore, e precisamente dove hanno origine i nervi del primo pajo si scorgano due lobuli olfattivi piuttosto vistosi. Anche i lobi ottici in generale sono grandi, e giaciono sullo stesso piano degli olfattivi e dietro gli emisferi. In vece il cervelletto è piccolissimo, e come in tutti gli altri vertebrati ovipari non si prolunga intorno al

Fig. 265.

(1) La linea punteggiata segna il contorno che si può presumere avesse la pelle dell' animale.

midollo allungato con quella benda transversale che nei mammiferi lo cinge come un anello. Il midollo spinale in confronto al cervello è molto voluminoso, e può notarsi che, paragonatamente al volume delle parti centrali del sistema nervoso, i nervi sono molto più grossi di quello lo sieno negli animali superiori.

§ 462. La comune dei rettili manca di organi speciali al tatto, per la quale mancanza ed anche per la natura dei loro tegumenti, questa facoltà riesce in generale molto povera. In fatti la pelle il più spesso è coperta di un denso strato epidermico, fatto di lamine più o meno solide di materia cornea od anche ossea. Le squame che coprono il carapace (fig. 260) di quella specie di testuggine marina che abbiamo detta testuggine *caretta*, girano in commercio col nome di tartaruga, e vengono adoperate in molti oggetti d'ornamento. I rettili mutano spesso l'epiderma, che talvolta perdono parzialmente a stracci; altre volte invece spogliano tutto in un pezzo. I serpenti si svestono della pelle parecchie volte all'anno.

Gli occhi dei rettili non hanno nulla di notevole essendo in generale affatto simili a quelli degli uccelli, solo che vanno raramente muniti di appendici analoghe al pettine. Il più spesso vi si contano tre pàlpebre, che talvolta però mancano affatto; in certuni poi e, per esempio, nei serpenti, la pelle passa non interrotta davanti agli occhi facendosi quivi trasparente per lasciare che la luce vi passi liberamente. Per la quale singolare disposizione questi animali acquistano quella fissità di sguardo che, unita ad altre circostanze, diede origine ai tanti pregiudizj d'ammaliatura.

L'apparato dell'udito è molto inferiore a quello dei mammiferi e degli uccelli. L'orecchio esterno manca quasi sempre per intero, e manca sempre la conca auditiva; il timpano giace superficialmente ed allo scoperto od appena sotto la pelle, anzi talvolta non se ne trovano neppure i rudimenti; d'ordinario il tamburo è molto imperfettamente circoscritto dalle pareti del cranio, e s'apre nella retrobocca con una fessura tanto larga che talvolta parrebbe non essere che una dipendenza di questa grande cavità; mancano spesso tutti od in parte gli ossicini dell'udito, ed infine di frequente la stessa chiocciola è pur essa rudimentale.

Le fosse nasali sono poco svolte; ed il senso del gusto, a quanto pare, deve essere ottuso, perchè, se qualche volta la

lingua è crassa e carnosa, in generale però è sottile, secca, molto protrattile e bifida alla punta, come può vedersi nei serpenti e nelle lucertole (fig. 266). Nei camaleonti poi diventa uno stromento notevolissimo di prensione, perchè l'animale può scoccarla più lontana che egli non è lungo, e termina con una maniera di gomitolo viscoso al quale s'appiccicano facilmente le mosche e gli altri insetti di cui si nutre questo animale così lento ed impacciato in tutti i suoi moti.

Fig. 266.

§ 463. Pochi rettili vivono di sole materie vegetali, e per la comune non che essere carnivori assaltano animaletti vivi che poi in generale mandano giù interi; quindi nello scegliere le prede può dirsi non abbiano altra norma che la misura della bocca, che è sempre largamente aperta, e nei serpenti può dilatarsi in modo che talvolta ingojano animali più grossi di loro stessi. Il che avviene anche perchè in questi rettili le due branche della mascella inferiore (*mi*, fig. 267) non si saldano assieme, e l'osso timpa-

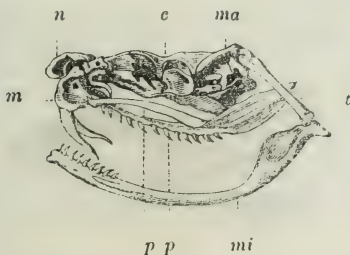



Fig. 267. *Testa di un Crotalo.*

nico (*t*), che le sorregge come un pedoncolo, non solo è mobile egli stesso, ma pende da una porzione del temporale, detta *osso mastoideo* (*ma*), sciolta essa pure dal cranio (*c*), e tenutavi aderente da soli legamenti e da muscoli. Le branche della mascella superiore (*m*) s'attaccano anch'esse all'osso intermascellare per dei semplici legamenti, sicchè ponno

allontanarsi più o meno; infine sono pure mobili anche gli archi palatini (*pp*). E queste condizioni di struttura rispondono ai costumi essenzialmente carnivori dei rettili, che infatti ponno tollerare lunghi digiuni; ma quando poi trovano l'occasione propizia sogliono, in generale, accumulare nello stomaco una misura così strabocchevole di alimenti, che per digerirla restano intorpiditi per un tempo ora più ora meno lungo. Quantunque non mastichino la preda questa però non può sfuggire una volta che l'hanno avviata per la gola essendovi trattenuta dai denti uncinati ond'è munita anche quella parte del condotto alimentare.

§ 464. Parecchi serpi, come le vipere, l'aspide (fig. 254), il serpente a sonagli, ed il trigonocefalo, hanno un particolare di struttura molto notevole, essendo provvisti di un apparato velenoso mediante il quale uccidono istantaneamente gli animali che addentano; il veleno vien segregato da certe ghiandole molto simili alle salivali, le quali lo versano al di fuori, per un condotto escretore, che termina ad uno dei denti mascellari superiori, modificato congruamente al nuovo uffizio che gli incombe. Queste ghiandole (fig. 268, *v*) sottostanno ai

Fig. 268 (1).

(1) Apparato velenoso di un crotalo o serpente a sonagli; — *v* ghiandola velenigena, il condotto escretore della quale sbocca nel gran dente mobile (*c*); — *m* muscoli elevatori della mascella, che distendendosi su una porzione della ghiandola ponno comprimerla; — *s* ghiandole salivali decorrenti sul lembo delle mascelle; — *n* nari, sotto cui s'apre quella fossetta per la quale i crotali ed i trigonocefali si distinguono dalle vipere.

muscoli temporali che le comprimono quando si contraggono, ed il dente, che è maggiore di tutti, ora ha internamente un canale, ora soltanto una escavazione od una scannellatura che però comunicano sempre col condotto escretore della ghiandola velenigena, e sgorgano il liquido in fondo alla ferita aperta. La sostanza venefica è potentissima; saggiata colla lingua non è acre, nè bruciante, ma dà una sensazione analoga a quella che verrebbe prodotta da una materia grassa; essa può essere inghiottita impunemente, e invece uccide con una istantaneità spaventosa appena ne venga introdotta una certa misura in una piaga. La sua energia varia a seconda le specie dei serpenti o le circostanze in cui si trovano; anzi pare che la stessa specie sia più infesta nei paesi caldi, che nei freddi o nei temperati. Gli effetti della morsicatura sono tanto più funesti quanta maggiore fu la copia del veleno stillato nella ferita; quindi, allorchè questi animali, perchè digiuni da qualche tempo, trovansi avere raccolta una certa quantità di quella secrezione nelle ghiandole velenose, riescono più pericolosi di quando la scaricarono quasi tutta addentando a più riprese un oggetto qualunque. È degno pure di rimarco il fatto che la loro morsicatura non porta gli stessi effetti su tutti gli animali; pare che il veleno della vipera torni inocuo alle sanguisughe, alle lumache nude o lumaconi, all'aspide, ai colubri, al serpentello fragile comune, che i lombardi dicono orbisolo; mentre uccide quasi tostamente tutti gli animali a sangue caldo, le lucertole e le stesse vipere. A condizioni pari la dose di veleno necessaria ad ammazzare un animale, è proporzionata al volume dell'animale ferito; se per uccidere un passero basta un centesimo di grano di veleno viperino, per dar la morte ad un piccione se ne richiederà sei volte tanto.

Perchè il veleno operi sull'economia animale fa d'uopo che si diffonda nel torrente della circolazione; quindi appena avvenga il caso d'essere morsicati da un serpente velenoso bisognerà ricorrere ai mezzi più acconci a diminuire l'assorbimento, onde aver tempo di far escire o di distruggere il veleno deposto nella ferita. Al qual intento giova moltissimo il comprimere le vene superiormente al punto offeso, e l'applicare una ventosa sulla stessa piaga; ma per rimuovere dal malato ogni qualunque pericolo bisogna in generale allargare la ferita e cauterizzarla

sino al fondo con un ferro rovente o con caustici molto attivi. Si predicarono come rimedj interni, l'ammoniaca, l'arsenico, ecc., ma questi, se pure qualche volta sortirono buon effetto, fino ad ora non hanno fornite prove bastevoli per ottenere una piena confidenza. Gli Indiani dell'America meridionale attribuiscono grandissima virtù ad una loro pianta, nota col nome di *guaco* o *micania guaco;* ed accertano che basta applicarne le foglie sulla ferita ricevuta da un serpente, foss' anche il più pericoloso, perchè il veleno perda ogni sua forza, e che una persona che se n'abbia inoculato il sugo non corre più rischio d'esserne morsicata. In appoggio della quale opinione si citano le osservazioni di un autore spagnuolo, il signor Vergas, e quelle di Mutis; il chiarissimo Humboldt crede poter indurre da alcune sue sperienze che il guaco comunica alla pelle un odore ripugnante ai serpenti il quale perciò impedisce che mordano.

I sintomi concomitanti all'azione del veleno delle serpi variano al variare delle specie e delle circostanze. In generale la circolazione si rallenta moltissimo, il sangue perde l'attitudine di coagularsi, e la parte offesa incancrenisce.

La disposizione dell'apparato velenoso non è sempre la stessa; perchè il dente in cui termina il canale escretore ora si foggia ad uncino ed è mobile, ora è soltanto scannellato.

I *serpenti ad uncini veleniferi mobili* sono i più terribili. I quali uncini (*c*, fig. 268) stanno isolati anteriormente nella bocca, sono acutissimi, e forati da un canaletto che s'apre loro in punta: essi saldansi a delle ossa mascellari molto minute (fig. 267), che si movono facilmente su un lungo pedicciuolo, sì che quando l'animale non vuole valersene, li volge all'indietro, e ritira in una piega delle gengive, mentre in caso contrario li raddrizza. Dietro questi lunghi denti, dei quali se ne conta uno per lato, ponno notarsi parecchi germi destinati a svolgerne de' nuovi quando i primi, come avviene di frequente, si spezzano dentro la ferita. Le ossa mascellari non hanno altri denti, e nella regione superiore della bocca si enumerano due sole schiere di denti palatini invece delle quattro di cui, per esempio, sono muniti i colubri. Inoltre questi ultimi, e molti altri rettili, non ne hanno soltanto sulle mascelle, ma anche nel palato. V'hanno invece delle specie che mancano

affatto di denti, tali le testuggini le quali invece hanno le mascelle coperte di una lamina cornea, coi margini affilati come nel becco degli uccelli; nè avviene mai di trovare delle serpi fornite di labbra carnose e mobili, e simili a quelle dei mammiferi.

§ 465. Siccome gli alimenti non devono restare nella bocca per esservi masticati così il velo palatino tornerebbe inutile, ed in fatti può quasi dirsi che manca sempre. Nella comune delle specie non vi ha nessuna demarcazione tra la faringe e la bocca, e spesso, almeno in apparenza, neppure tra l'esofago e lo stomaco, che è semplice e facilmente svariato nelle forme. Le intestina sono corte e mancano dell'appendice del cieco; il crasso differisce di poco dal tenue, e viene a metter capo in una cloaca, dove sboccano altresì i condotti orinarj e gli organi riproduttori.

I rettili, come tutti gli animali superiori, hanno dei vasi linfatici destinati a raccogliere i prodotti della digestione e sgorgarli nel torrente della circolazione.

§ 466. Il loro sangue è povero di materie solide, ed i globuli elittici che vi nuotano per entro sono voluminosissimi. Quantunque l'apparato della circolazione sia facilmente svariato, pure, come lo si avvertiva al § 108, può sempre notarsi che il sistema vascolare a sangue rosso è in comunicazione diretta coll'altro a sangue nero, sicchè pel meschiarsi dei due liquidi gli organi ricevono un sangue molto imperfettamente arterioso perchè non fu esposto tutto all'azione dell'aria inspirata. Il cuore si compone quasi sempre di due orecchiette (fig. 269), che s'aprono in un

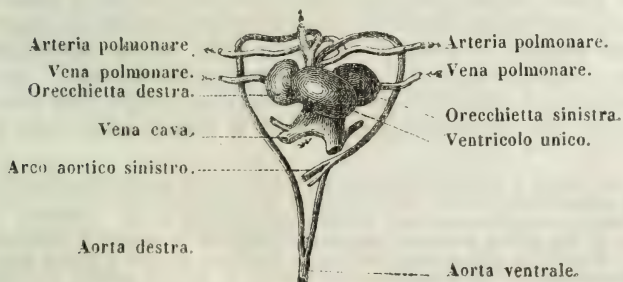



Fig. 269. *Cuore di una Testuggine.*

ventricolo unico, nel quale il sangue arterioso, proveniente dai polmoni e raccolto dall' orecchietta sinistra, si mesce al venoso derivato nell' altra orecchietta da tutte le parti del corpo. Parte di questa miscela torna per l' aorta nei diversi organi che deve nutrire, mentre un' altra porzione è condotta ai polmoni dai vasi che si dipartono immediatamente dal ventricolo comune od anche dall' aorta. Però il cuore dei coccodrilli (fig. 270) è architettato quasi come quello

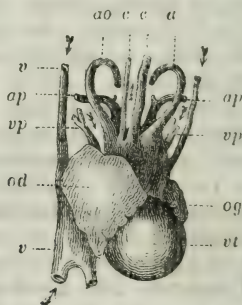



Fig. 270 (1).

degli uccelli e dei mammiferi avendo due ventricoli, l' uno destro, l' altro sinistro, separati mediante un tramezzo; per la quale duplicità dei ventricoli e delle orecchiette il sangue arterioso non si mesce al venoso per entro il cuore ma a qualche distanza di esso, in un punto delle arterie modificato in maniera tutta propria; e così avviene così i vasi della metà posteriore del corpo ricevono sangue reso arterioso solo imperfettamente. Infatti il sangue venoso che si

(1) Cuore e vasi maggiori di un cococdrillo; — *v*, *v*, vene che riportano il sangue dalle diverse parti del corpo all' orecchietta destra del cuore (*od*); — *vt* i due ventricoli, internamente separati da un tramezzo; — *ap* le due arterie polmonari che dal ventricolo destro passano ai polmoni; — *a* vase che dipartendosi dallo stesso ventricolo imbocca l' arteria aorta discendente; — *vp* vene polmonari, dentro le quali il sangue arterioso passa dai polmoni all' orecchietta sinistra (*ao*), e nelle altre due arterie (*c*, *c*) che vanno alla testa, ecc.

raccoglie nel ventricolo destro non passa tutto ai polmoni, come nei vertebrati a sangue caldo, perchè ai fianchi dell' apertura delle arterie polmonari (*ap*) esiste un altro vase (*a*), derivato pur esso dal ventricolo destro, il quale dopo che girò dietro al cuore s' apre nell' aorta discendente (*ao*). Così disposte le cose ogni volta che il cuore si contrae manda porzione del sangue venoso ai polmoni, ed un' altra viene a mescersi coll' arterioso; la quale mistione avvenendo sotto al punto dal quale si dipartono dall' aorta i rami (*c*, *c*) che da questo vaso vanno al capo ed alle parti anteriori del tronco, queste ricevono sangue arterioso puro; mentre il resto del corpo essendo percorso dalle arterie, che nascono oltre il punto di congiunzione dell' aorta coi vasi derivati dal ventricolo dritto, trovasi irrorato da una miscela di sangue rosso e di sangue nero.

Per quanto spetta al modo col quale le arterie dei rettili si trovano distribuite, indicheremo soltanto l' esistenza di due o più archi aortici, che si curvano a dritta ed a mancina per riunirsi tosto in un tronco comune (fig. 41, § 108).

§ 467. I rettili respirano poco attivamente, e perciò consumando poco ossigeno ponno, almeno per la maggior parte, restar privi d' aria per lungo tempo prima di cadere in asfissia. Del resto la temperatura influisce di molto su questo fenomeno, e nelle stagioni calde sentono il bisogno di respirare più vivamente che nell' inverno.

La struttura dei polmoni di questi vertebrati non è tale da rendere molto attiva la funzione a cui sono preposti; infatti essendo molto grandi le cellule di cui sono composti riesce poco estesa la superficie vascolare che deve trovarsi a contatto dell' aria. Quegli organi poi non sono ricettati in una cavità speciale, giacchè, mancando il muscolo diaframma, lo speco toracico forma un tutto coll' addominale; e l' aria vi si rinnova meno facilmente e meno regolarmente che nei polmoni degli animali superiori. Anzi qualche volta avviene che i soliti moti inspiratori sieno resi impossibili dall' immobilità delle costole; nel qual caso, già da noi osservato nelle tartarughe, l' aria vi è fatta discendere da un processo di deglutizione. In fine nell' apparato respiratore dei serpenti deve notarsi una strana anomalia per la quale l' uno dei polmoni è così ridotto che spesso riesce appena

percettibile, mentre l'altro acquista dimensioni straordinarie (fig. 271).

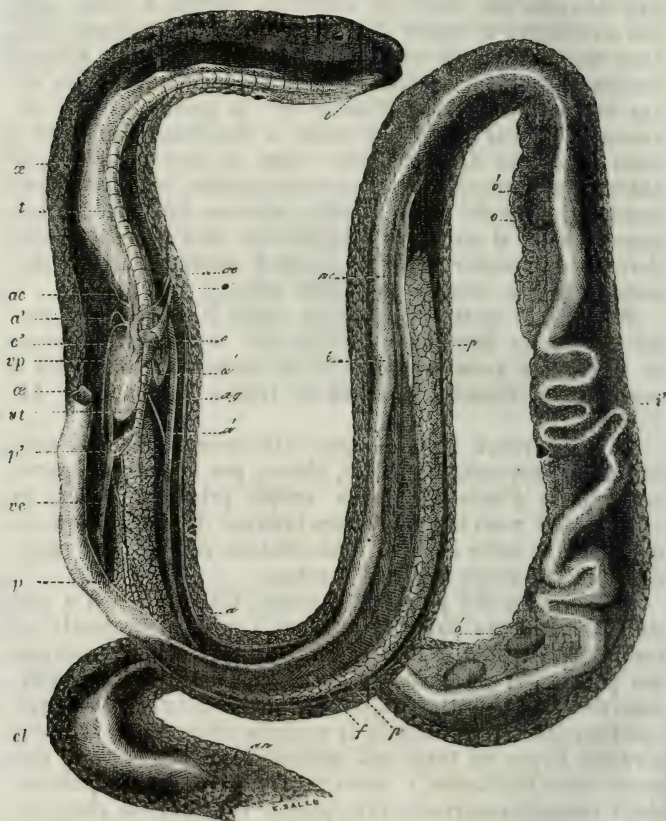



Fig. 271. *Anatomia di un colubro* (1).

(1) *l* Lingua e glotta; — *œ* esofago tagliato in *œ'* per mettere il cuore allo scoperto; — *i* stomaco; — *i'* intestino; — *cl* cloaca; — *an* ano; — *f* fegato; — *o* ovario; — *o'* ova; — *t* trachea; — *p* polmone principale; — *p'* polmone minore; — *vt* ventricolo del cuore; — *c* orecchietta sinistra del cuore; — *c'* orecchietta destra; — *ag* aorta sinistra; — *ad* aorta destra; — *a'* aorta ventrale; — *ac* arterie carotidi; — *v* vena-cava superiore; — *vc* vena-cava inferiore; — *vp* vena polmonare.

§ 468. Tutti i rettili sono animali a sangue freddo, che cioè non svolgono calore bastevole per farsi sensibilmente più caldi dell' atmosfera. E il loro corpo si scalda e si sfredda di pari passo col mezzo ambiente in cui si trovano, il quale mutar di temperatura ha moltissima influenza su tutte quante le loro funzioni. Esposti a quaranta o cinquanta gradi per l'ordinario ne soffrono tostamente, ed il freddo tende ad infievolire in essi i fenomeni vitali. Per la comune nell' inverno non ponno digerire le materie ingeste nello stomaco, e non prendono alimenti; il loro respiro rallenta notevolmente; e decrescendo la temperatura facilmente intorpidiscono come gli animali letargici.

§ 469. Essi mancano di mammelle come gli uccelli, e così pure si riproducono per uova. Solo che queste talvolta, e per esempio nelle vipere, si schiudono prima d' essere partorite; gli animali che presentano un simile fenomeno si dicono *ovovivipari*.

La maniera colla quale si sviluppa la maggior parte dei rettili non ha nulla di notevole, perchè uscendo dall' uovo somigliano ai genitori sia pel modo col quale respirano, sia nella struttura del corpo, sia infine nelle forme esteriori.

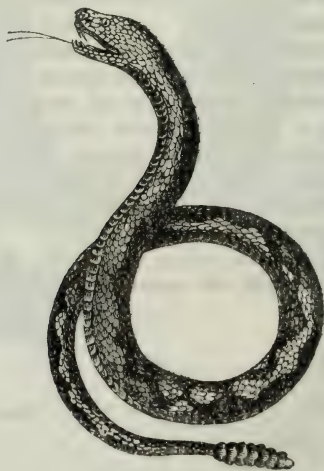
§ 470. Per l' ordinario i rettili abbandonano le uova appena che le hanno partorite, e quei loro germi sono incubati dal solo calore dell' atmosfera; però questa legge presenta talvolta delle eccezioni, una specie dell' India affine ai boa ed ai colubri, conosciuta col nome di *Pitone*, cova le proprie uova, e mentre si tiene ravvolta attorno ad esse svolge tanta copia di calore da toccare ad una temperatura di oltre 40 gradi.

I rettili si dividono in tre ordini, detti dei *Chelonii*, dei *Saurii*, e degli *Ofidii*.

I CHELONII (1), da χελώνη testuggine, portano le coste immobili e così riunite alle vertebre dorsali che compongono

Fig. 272. *Agama.*

un *carapace* (fig. 257), e al disotto hanno il corpo armato di un *piastrone* (fig. 256); la loro bocca è sfornita di denti e munita di un pezzo corneo; in fine trovansi avere quasi sempre la pelle ricoperta di larghi dischi scagliosi, e due coppie di membri molto simili gli uni agli altri.

Per lo contrario i SAURII (II) o rettili lacertiformi, e gli OFIDII (III) o serpenti, hanno mobili le costole e le vertebre dorsali, mancano affatto del carapace e del piastrone, ed a luogo del becco corneo portano in bocca moltissimi denti; infine la loro pelle è squammosa. Molto diversi dalle testuggini si rassomigliano invece grandemente tra loro, e si distinguono più che altro per la presenza o l'assenza delle zampe, le quali mancando a poco a poco, in talune specie trovansi così ridotte, che non ponno più servire alla locomozione. In ogni modo si dicono *Ofidii* quelli che non hanno membri, e si riserva il nome di *Saurii* agli altri i quali, essendone forniti, (fig. 272) somigliano alle lucertole comuni. Ponno ricordarsi come spettanti agli *Ofidii* velenosi le vipere, i crotali (fig. 273) e le najadi (fig. 254), ed ai non velenosi i

Fg. 273. *Crotalo o serpente a sonagli.*

boa ed i pitoni. L'ordine dei *Saurii* comprende i coccodrilli (fig. 252), le lucertole, i camaleonti (fig. 259), i geko (fig. 258), le agame (fig. 272), le iguane (fig. 274), ecc.

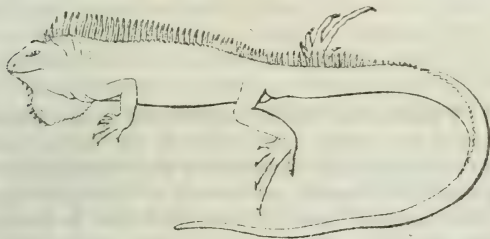
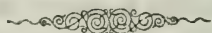



Fig. 274. *Iguana.*

CLASSE DEI BATRACII.

§ 471. I Batracii od anfibii, i quali per lungo tempo vennero confusi coi rettili, sono animali che nella prima età respirano per mezzo delle branchie, e nelle forme generali del corpo somigliano ai pesci, poi prima di giungere allo stato adulto subiscono tali metamorfosi, mediante le quali acquistano dei polmoni.

Essi tutti sono animali a sangue freddo; hanno, come i pesci ed i rettili, la circolazione incompiuta, e respirano poco attivamente. Il loro cuore si compone di un ventricolo comune e di due orecchiette poco distinte. Infine lo scheletro è anch'esso imperfetto, e la pelle è nuda.

La forma generale del corpo dei Batracii varia facilmente; taluni, come le salamandre, somigliano molto a lucertole prive di squame; le cecilie sono apode e cilindriche come gli ofidii; ma la maggior parte di questi animali hanno il corpo tozzo e scodato, ed i membri molto sviluppati come può vedersi nelle rane e nei rospi (fig. 275).

Fig. 275. *Rospo.*

§ 472. Essi si svolgono molto diversamente dei rettili e degli uccelli, ed in modo analogo a quello dei pesci; quando l'embrione è tuttora nell'uovo non si trova contenuto nella membrana che gli anatomici dicono l'amnio, e che esiste sempre negli animali delle tre classe precedenti, e manca altresì di quel sacco a pareti muscolari a cui vien dato il nome di allantoide, il quale durante l'incubazione ha moltissima parte nella respirazione dei rettili e degli uccelli, ma non si trova neppure nei pesci. Infine venendo alla luce non differiscono da questi ultimi animali per nessun carattere importante.

I giovani batracii, conosciuti sotte il nome di *girini* o *cazzuole*, sono fatti per vivere nell'acqua. Nascendo non hanno zampe, e posteriormente si protraggono in una coda lunga e compressa che fa gli ufizj di una natatoja; portano ad ambo i lati del collo le branchie foggiate come due grandi pennacchi, ed il loro scheletro è cartilagineo.

Quelle branchie esterne poi talvolta si conservano perennemente, e quando l'animale si è fatto adulto, ed ha acquistati i polmoni, funzionano di conserva con quei nuovi organi, come può vedersi nei protei, negli axalolti (fig. 277), e nelle sirene.

Fig. 276. *Girino di una rana.* Fig. 277. *Axalolt.*

Ma nella maggioranza delle specie questi pennacchi vascolari presto appassiscono e scompajono (fig. 278), senza che cessino perciò dalla respirazione acquatica, perchè i girini hanno, come i pesci, anche delle branchie interne, le quali stanno infisse al collo lungo i quattro archetti cartilaginei dell' ioide, e sono coperte dalla pelle. L' acqua vi giunge dalla bocca, e subito dopo sfugge al di fuori per due orifizj posti dietro il collo. Le zampe, si mostrano di buon' ora: nei girini delle rane le prime a comparire sono le posteriori, le quali toccano già a qualche grandezza allorchè spuntano le anteriori (fig. 279), che per un certo tempo vanno svolgendosi dentro la pelle (fig. 280). Nelle salamandre avviene l'opposto, perchè esse difettano tuttora delle zampe posteriori quando il primo pajo acquistò già dimensioni notevoli. Infine le sirene mancano sempre di quest' ultimo pajo, e non ne portano mai che il pajo anteriore. Nelle salamandre, nei protei, ecc., la coda va crescendo col crescere del corpo; invece nelle rane ed in altri parecchi batracii s' appassisce collo svolgersi delle zampe, ed atrofizzandosi a poco a poco finisce col perdersi affatto nell' animale perfetto (fig. 281 e 282). Verso la metà

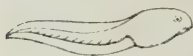
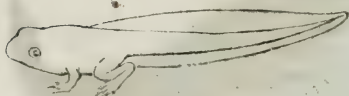



Fig. 278. Fig. 279.
Fig. 280. Fig. 281. Fig. 282.

di quel periodo i polmoni acquistano in volume, e cominciano ad agire, sicchè in allora i batracii potrebbero dirsi animali anfibii a rigor di parola. Abbiamo già indicato che taluni mantengono perennemente le branchie, e quindi restano sempre veri anfibii; ma questi fanno eccezione alla legge generale per la quale quegli organi della respirazione

acquatica s'atrofizzano mano mano crescono i polmoni, e finiscono col non lasciare neppure le traccie della prima loro esistenza.

L'apparato della circolazione va soggetto a mutazioni corrispondenti a quelle degli organi respiranti. Il cuore dei batracii adulti consta, come quello di quasi tutti i rettili, di due orecchiette e di un ventricolo unico, dal quale nasce una grossa arteria che, alla base, si allarga in un bulbo contrattile, poi tosto biforcandosi forma i due archi aortici; invece quando il giovane animale respira colle sole branchie il sangue cacciato dal ventricolo si sparge per quegli organi per refluire quasi tutto in un'arteria dorsale che getta rami nelle diverse regioni del corpo (fig. 283). Abbiamo

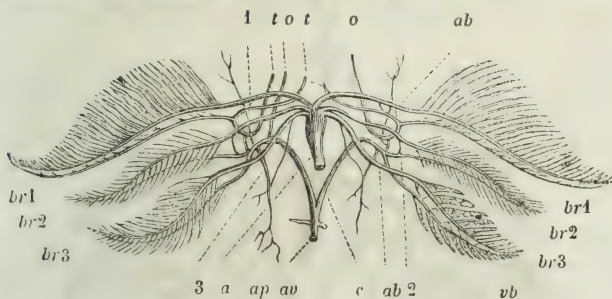



Fig. 283. *Vasi sanguigni del girino di una Salamandra* (1).

(1) *a* Arteria che partendo dal ventricolo unico del cuore si divide in sei rami (*ab*), i quali vanno alle tre coppie di branchie, e si diramano per entro, quindi sono detti *arterie branchiali*; — *br* le branchie, in cui si vedono spargersi le arterie branchiali, e nascere le vene dello stesso nome (*vb*) che ricevono il sangue dappoi ch'è passato a traverso le lamelle costituenti essi organi; i vasi che provengono dagli ultimi due paja di branchie si riuniscono per ogni lato per formarne uno solo (*c*), il quale imboccando più innanzi quello del lato opposto dà origine all'arteria aorta ventrale, od arteria dorsale (*av*), che continuando all'indietro fornisce il sangue alla maggior parte del corpo; la vena branchiale del primo par di branchie si curva all'innanzi e porta il sangue alla testa (*tt*); — 1, piccolo ramo anastomotico, minutissimo, che unisce fra loro l'arteria e la vena branchiale, alla base della prima branchia, poi in seguito allargandosi lascerà che il sangue dal primo di questi vasi sgorghi nel secondo senza aver bisogno di scorrere nelle branchie; — 2, secondo ramoscello anastomotico che funziona allo stesso modo tra l'arteria e la vena delle branchie del secondo pajo; — 3, vaso che per un filetto più o meno interno unisce esso pure l'arteria e la vena delle branchie posteriori; — *o* arteria orbitale; — *ap* arterie polmonari rudimentali.

già visto (§ 109) che nei pesci il sangue seguita la stessa via; ma quando i polmoni si svolgono, allora si muta anche la disposizione dell'apparato vascolare perchè s'apre, una comunicazione diretta tra le arterie che portano il sangue alle branchie e l'altre che lo ricevono da questi organi, di modo che il liquido nutriente non è più costretto a passare a traverso l'apparato di respirazione acquatica per giungere all'arteria dorsale e diffondersi nelle diverse regioni del corpo. L'arteria (*a*) che nasce dal ventricolo, e che a bella prima potrebbe rassomigliarsi ad un'arteria branchiale, dando origine ad un vaso dorsale costituisce una vera aorta; e lo svolgersi contemporaneo di certuni de' suoi rami che vanno ai polmoni, stabilisce la circolazione

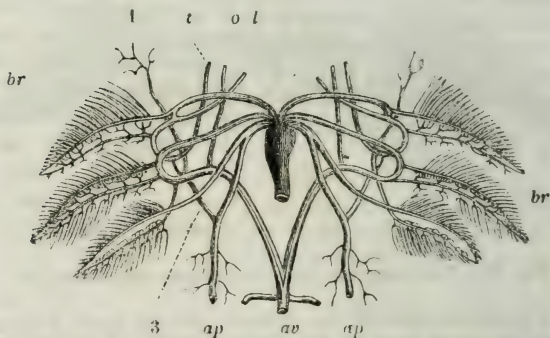



Fig. 284 (1).

(1) La figura 284 mostra, come l'antecedente, un girino nel quale le branchie cominciano a farsi meno importanti alla respirazione, perchè il sangue dalle diverse regioni del corpo si porta al cuore senza attraversarle; e in essa si sono ripetute le lettere già prima adoperate alla fig. 283. Quivi voglia notarsi che i ramoscelli anostomotici (1, 2, 3), che nell'antecedente erano quasi capillari, e non potevano lasciar passare che poco sangue, ora in questo nuovo stadio s'ingrossarono per modo che invece è pochissimo quello che passa per i vasi branchiali, sicchè il liquido rifluisce al cuore senza attraversare questi ultimi condotti. Crebbero moltissimo anche le arterie polmonari.

Nella fig. 285, si presentano ancora le stesse parti colle stesse lettere; e in essa può vedersi come i vasi che nei girini andavano al secondo pajodi branchie ora continuando coll'aorta, mediante i rami anastomotici (n. 2.), danno origine ai due archi aortici.

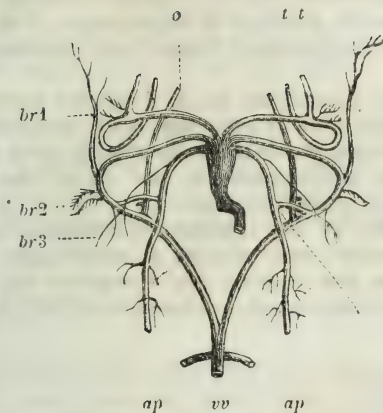



Fig. 285.

polmonare. Infine i vasi branchiali si ostruiscono, e la circolazione diventa quasi in tutto simile a quella degli altri rettili. Il sangue venosi, derivato ovunque dal corpo, vien trasmesso da una delle orecchiette al ventricolo, dentro al quale si unisce all' arterioso proveniente dai polmoni, e che giunge colà per opera dell' altra orecchietta. Questa mistura penetra nell' aorta; ai polmoni non ne è spinta che una piccola dose, e la maggior parte afluisce ai diversi organi dell' animale.

I polmoni dei batracii adulti offrono un piccolissimo numero di cellule incompiute, le quali ricevono il sangue da due branche dell' aorta, analoghe fisiologicamente alle arterie polmonari, onde esporlo all' azione dell' aria. Siccome per tali cause la respirazione polmonare di questi animali riesce molto debole viene in parte supplita dalla respirazione cutanea, tanto copiosa che può anche bastare a tenerli vivi quando però la temperatura non sia troppo fredda. I batracii adulti respirano a quel modo che lo fanno le testuggini, costretti a ciò dalla imperfezione dello scheletro, che non può dilatarsi

come nei mammiferi, negli uccelli e nei rettili ordinarj, mancando delle costole. Quindi l'animale immette l'aria nei polmoni eseguendo dei moti di deglutizione; ed in prova volendo impedire che una rana respiri basta tenerle spalancata la bocca.

Infine hanno poco svolto anche il sistema nervoso, l'encefalo piccolissimo, ed il cervelletto quasi invisibile (1).

§ 473. La classe dei batracii, benchè sia poco numerosa, presenta delle modificazioni di tale entità che la fecero suddividere nei quattro ordini:

Degli ANURI (I): che subiscono metamorfosi compiute, e nello stadio perfetto sono sforniti di coda, come lo indica lo stesso nome che portano (da α negativa ed οὐρά coda). Questi sono le rane, i rospi, le calamite (fig. 287), la pipa, ecc.

Fig. 287. *Rana arborea* (Calamita arborea).

(1) Nel sistema linfatico di taluni dei batracii, sono notevoli certe allargature o vescichette piuttosto numerose, che si trovano distribuite simmetricamente in regioni determinate, e siccome pulsano con ritmo normalmente isocrono e per forza propria, si considerano come quasi altrettanti cuori linfatici. Dagli studj che se ne fecero, e principalmente dal chiar. professore Panizza, nelle rane, nei tritoni e nelle salamandre emergerebbe che, forniti di una vitalità tenacissima, questi organi funzionano pressochè indipendenti dall'azione del sistema sanguigno, ma invece trovansi in stretta relazione col nervoso. Infatti quelli della regione addominale posteriore ricevono le esili propagini nate dalla terza e quarta coppia dei nervi sacrali, e quelli della scapolare i sottilissimi filamenti dell'ultimo nervo brachiale. (*Nota all' edizione italiana*).

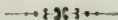
Degli **URODELI**, da οὐρὰ coda e δῆλος patente (II): che mantengono la coda, ma fatti adulti non hanno più le branchie, e portano quattro membri; tali, per esempio, le salamandre acquatiche o tritoni (fig. 288).

Fig. 288. *Salamandra acquatica.*

Dei **PERENNIBRANCHIE** (III), che conservano tuttavia le branchie anche dopo che acquistarono i polmoni; quali i protei, gli axalolti (fig. 277), i menobranchie, e le sirene.

Infine delle **CECILIE** (IV), le quali, sprovviste interamente di membri, ricordano i serpenti.

Di recente si scopersero degli strani animali forniti di branchie e polmoni come i batracii perennibranchie, ma che invece delle zampe portano delle natatoje cilindriche, ciò che li rassomiglia ai pesci, per modo che moltissimi zoologi usano allogarli in quella classe; vogliam dire le lepidosirene (fig. 123).

CLASSE DEI PESCI.

§ 474. La quinta ed ultima classe della branca dei vertebrati comprende i pesci.

Tutti sanno come questi sieno fatti per vivere sommersi nell' acqua, condizione per la quale il loro organismo prende un aspetto particolare; ma i caratteri per cui si distinguono veramente da ogni altro vertebrato stanno, più ch' altro, nelle forme degli apparati della respirazione e della circolazione. Infatti mancano tutti, e sempre, dei polmoni, e respirano solo per mezzo delle branchie. Il loro cuore è soltanto biloculare, e non accoglie che sangue venoso; il qual liquido, dopo essere venuto in contatto coll' ossigeno, passa dentro un vaso dorsale, che lo diffonde ovunque pel corpo senza che la corrente sia accelerata da nessuna nuova spinta motrice (§ 109). Quindi la circolazione riesce in essi molto meno attiva di quello lo sia negli animali superiori; il sangue poi è freddo come nei rettili. La loro pelle è nuda o coperta soltanto di squame. Non hanno mammelle, e si riproducono per uova; infine portano le membra foggiate come natatoje.

§ 475. Le specie dei pesci sono moltissime, quantunque tutti si disegnino come una massa compatta, avendo la testa grossa come il tronco sul quale s' appoggia immediatamente (nè mai separata da quella strangolatura che nei vertebrati superiori costituisce il collo), e la coda tanto larga alla base che anch' essa mal può distinguersi dal restante del corpo. Taluni mancano affatto delle natatoje, mentre altri, per non dire quasi tutti, ne hanno parecchie situate in parte sulla

linea mediana del dorso o del ventre, quindi impari, in parte poste sui fianchi ed appajate (fig. 289); le quali ul-

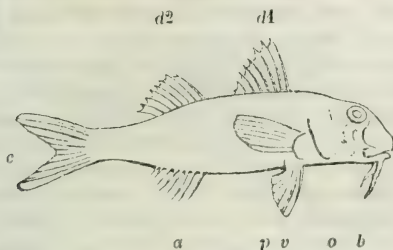



Fig. 289 (1).

time rappresentano i quattro membri dei vertebrati, cioè, quelle che stanno infisse ai lati del tronco, tosto dopo la testa, e che vengono perciò dette le *natatoje pettorali* (*p*), corrispondono al braccio dell'uomo ed alle ali degli uccelli, e le *ventrali* (*v*) collocate meno lontane tra loro, ed il più spesso sulla faccia inferiore del corpo, sono analoghe ai membri addominali; queste poi variano di posizione giacendo ora sotto il petto, ora sotto la coda, ora più, ora meno vicine a que' due punti. Le natatoje impari, situate, come si è detto, lungo la linea mediana del corpo, si distinguono in *natatoje dorsali* (*d*), *natatoje anali* (*a*), e *natatoje caudali* (*c*), secondo che poste sul dorso, sotto la coda, od in fondo ad essa; del resto hanno tutte presso a poco la stessa struttura, componendosi quasi sempre di una falda della pelle, sorretta da raggi ossei o cartilaginei, a quel modo press'a poco col quale le ali dei pipistrelli e dei draghi sono tese sulle dita o sulle costole.

Alla superficie del corpo, anzi precisamente ai lati di esso, e tosto dopo la testa, si notano delle grandi fessure, dette le *aperture delle orecchie* (*o*), per le quali esce l'acqua poi ch'ebbe bagnate le branchie. Nella comune dei casi sono una per parte, ed avendo il margine anteriore mobile rassomigliano alle imposte di una finestra. Infine, sempre sui fianchi, decorre quella schiera di pori che gli ittiologi usano indicare col nome di *linea laterale*.

(1) Figura del *Mullus barbatus*, data per mostrare le diverse natatoje, ecc., — *p* natatoja pettorale; — *v* ventrale; — *d*1 prima dorsale; — *d*2 seconda dorsale; — *c* caudale; — *a* anale; — *o* fessura delle orecchie; — *b* barbigli o cirri della mascella inferiore.

Se talora la pelle è quasi nuda, il più spesso però si trova coperta di squame, che in alcune specie hanno l'aspetto di grani aspri, in altre di grossi tubercoli o di piastre molto dense, od anche più comunemente di sottili laminette sovraposte come le tegole, ed incorniciate dalle rughe del derma; le quali squame ponno ritenersi simili alle unghie, quantunque contengano maggior copia di sali calcari. I colori onde i pesci vanno fregiati sono maravigliosamente svariati e splendidi, perchè ora simulano l'oro o l'argento più fulgido, ora presentano vistosissime tinte verdi, azzurre, rosse o nere. La sostanza argentina alla quale spesso è dovuto quel nitore metallico viene segregata dal derma, e composta d'infinite e minutissime laminette lucenti.

§ 476. Per l'ordinario lo scheletro dei pesci è osseo, ma in alcune specie, come nelle razze e nei pesci-cane, resta sempre fibro-cartilagineo o fibroso; anzi ve ne hanno di quelle nelle quali è anche meno consistente ed affatto membranoso; tali sarebbero certe lamprede che per questo riguardo segnerebbero un trapasso fra gli animali vertebrati e gli invertebrati.

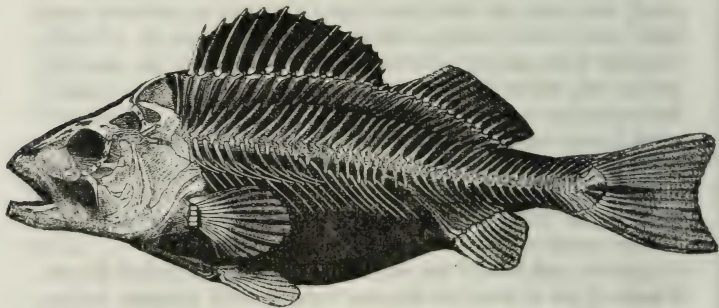



Fig. 290. *Scheletro di un pesce-persico* (Perca fluviatilis).

§ 477. Le ossa dei pesci mancano sempre del canale midollare, e la cartilagine che ne è fondamento precipuo, differisce da quella dei mammiferi e degli uccelli perchè bollita nell'acqua non da gelatina.

Lo scheletro consta della testa, e dell'apparato ioideo che vi sta annesso, il quale trovasi sviluppatissimo, ed è preposto alla respirazione; del tronco, e dei membri.

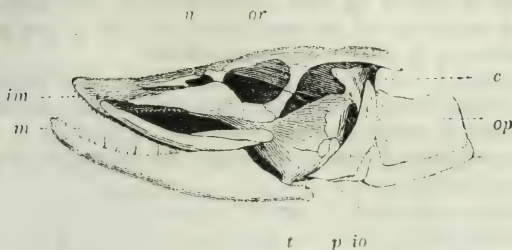



Fig. 291. *Ossa del capo di un luccio* (Esox lucius) (1).

§ 478. La testa è molto complessa; tostochè si prende ad esaminarla vi si nota una parte mediana, composta di moltissime ossa insuturate fra loro, che tutt' assieme compongono una carena mobile alla quale sospendonsi le altre della mascella, delle guance, ecc. Questa parte mediana, simile per l'ordinario ad una piramide trilaterale e diretta colla punta all'innanzi (fig. 291), presenta alla base la teca del cranio (*c*), in cui stanno l'apparato dell'udito e l'encefalo; nel mezzo è vasta e forma le cavità orbitali (*or*): anteriormente mostra le fossette dell'apparato olfattivo (*n*), ed una maniera di grosso bottone, che fa parte del vomere, e serve a sorreggere la mascella inferiore (fig. 292, *v*). Nel cranio così foggiato si distinguono gli analoghi dell'osso occipitale, dei temporali, degli sfenoidi, dei parietali, del frontale, d'un etmoide e di un vomere, le quali ossa però risultano da varj pezzi che, diversamente da quanto avviene nei mammiferi e negli uccelli, non si saldano mai tra loro.

Al capo anteriore della regione cranica della testa giace la mascella superiore, che talvolta vi aderisce immobilmente,

(1) *c* Cranio; — *or* orbite; — *n* fosse nasali; — *im* ossa intermascellari; — *m* mascellare superiore; — *t* tramezzo laterale che separa la guancia dalla bocca, ed anteriormente si articola col vomero mediante gli archi palatini, in parte visibili sopra l'osso mascellare; in alto si unisce al cranio (*c*); in basso colla mascella inferiore, e posteriormente col preopercolo (*p*), che la sua volta sostiene l'opercolo (*op*); — *io* osso intermascellare sotto al quale si vede un sotto-opercolare.

ma, in generale, conserva molta mobilità; in un lato di essa mascella si notano un osso intermascellare (*im*) posto verso la linea mediana, ed un mascellare (*m*) che si prolunga lateralmente, e si muove sull' antecedente.

Ad ambo i lati del capo, e precisamente dall' angolo anteriore della fossa delle orbite all' angolo posteriore, decorre una catena di ossicini che ne compiono il cerchio; e più in dentro, sempre ad ogni lato, pende dal cranio un tramezzo

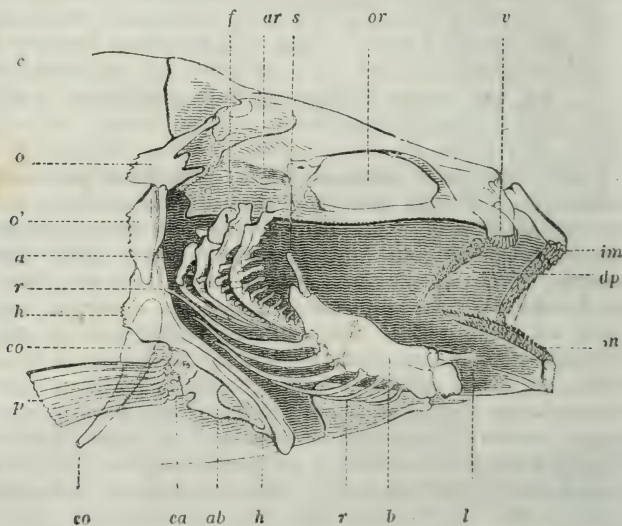



Fig. 292. *Testa ed apparato della respirazione di un pesce* (Perca) (1).

(1) Testa ossea di un pesce-persico dalla quale furono esportate le mascelle, il septo giogale, e l'opercolo di un lato per mostrare l'interiore della bocca e l'apparato ioideo; — *c* cranio; — *or* orbite; — *v* vomere, armato di denti; — *im* mascella superiore; — *dp* denti impiantati sull' arco palatino; — *m* mascella inferiore; — *l* osso linguale; — *b* branche laterali dell' apparato ioideo; — *s* stilo che tiene appese queste branche alla faccia interna dei tramezzi giogali; — *r* raggi branchiosteghi; — *a* archetti branchiali; — *f* ossa faringee superiori; — *ar* superficie articolari del septo sopra descritto; — da *o* in *h*, cintura ossea che sorregge la natatoja pettorale (*p*); — *o*, *o'* omoplata, composto di due pezzi; — *h* ómero; — *ab* ossa dell' avanbraccio; — *ca* osso del carpo; — *co* ossa coracoidi.

verticale che separa le orbite e le guance dalla cavità della bocca; il qual tramezzo si compone dalle ossa palatine, timpaniche, pterigoidee, ecc., e s'articola al cranio per due punti, cioè sul vomero e sulla tempia. Inoltre all'imbasso porge un appoggio alla mascella inferiore, e prolungandosi posteriormente forma una maniera di cintura ossea mobile, che protegge l'apparato della respirazione e vien detta l'*opercolo*. Ogni branca laterale della mascella inferiore, la quale si articola all'apparato giugale testè descritto per una superficie concava, è composta di tre pezzi. Infine dentro queste pareti laterali, ed in fondo alla bocca, esiste altra impalcatura complessiva che serve a sostenere od a proteggere le branchie, e pare formata da un sistema di ossa ioidee altamente sviluppato (fig. 292). L'osso della lingua (*l*) si annette posteriormente ad una schiera di pezzi mediani, e s' articola ad ambo i lati con altro osso molto lungo o molto grosso (*b*), il quale pende pel capo opposto dalla superficie interna della parte laterale del capo già prima descritta. Questi rami laterali, composti di parecchie ossa, portano sul lembo inferiore una schiera di raggi piatti e curvi (*r*), detti i *raggi branchiosteghi*, che in un coll' opercolo compiono le pareti degli spechi branchiali. Dietro poi que'rami stessi, e la regione mediana dell'apparato ioideo, si prolungano quattro paja di archi ossei (*a*), che, prima diretti all'infuori, poco stante si curvano l'uno verso l' altro ed all'indietro, e per mezzo degli ossicini detti *faringei superiori* (*f*) vengono a saldarsi alla base del cranio. I quali archi, siccome portano le branchie, diconsi gli *archi branchiali*. Infine dietro quelli dell' ultimo pajo e dove ha principio l'esofago si notano due ossi faringei inferiori, ordinariamente disposti in modo che ponno applicarsi ai superiori testè indicati.

Tale è, almeno nella comune dei casi, la struttura complicatissima della testa ossea dei pesci. Talvolta però avviene di notarvi delle anomalie; così, per esempio, la mascella superiore del pesce-spada (fig. 293) e di altre specie affini

Fig. 293. *Pesce spada*

ai tonni si allunga in un becco simile ad uno spiedo, od alla lama di una spada, armi terribili di cui que' pesci sanno valersi per assalire gli animali marini anche più grossi di loro. Non entreremo in maggiori particolari sulle analogie delle ossa del capo dei pesci con quelle dei mammiferi anche perchè vi hanno in questo proposito molti dispareri.

§ 479. La colonna vertebrale, che tien dietro alla testa, non offre che due regioni distinte, l'una dorsale, l'altra caudale (fig. 290), mancando quelle del collo e del sacro. Il corpo delle vertebre ha una forma tutta propria; anteriormente e posteriormente porta due cavità coniche, talvolta così profonde che danno origine ad un foro, ed il doppio spazio, anch'esso conico, conseguente dalla sovraposizione di due vertebre vicine, è pieno di una sostanza molle; sull'anello pel quale passa il midollo spinale s'alza un'apofisi spinosa, e ad ambo i lati altra transversa, ora più ora meno grande, che sporge superiormente allo speco addominale, e per l'ordinario si articola coll'apofisi corrispondente; invece nella regione caudale della colonna quelle apofisi volgono in basso e, raggiungendosi nel mezzo, formano un anello, dall'ima convessità del quale si diparte una lunga apofisi spinosa, simile all'apofisi spinosa della faccia dorsale della vertebra.

Le costole qualche volta mancano, altre volte cingono tutto l'addome, ed in uno scarsissimo numero di specie vengono a saldarsi ad una schiera di ossi impari che si deve ritenere per lo sterno; inoltre spesso portano uno o due stili, diretti all'infuori, e che s'addentrano nei muscoli. Talvolta vi hanno altri di questi stiletti che prendono

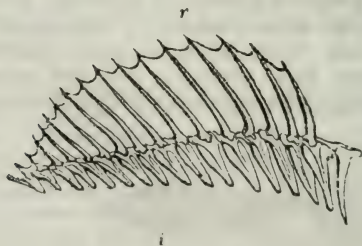



Fig. 294. *Natatoja dorsale.*

origine dal corpo delle vertebre, ed è ad una simile circostanza che si deve l'abbondanza delle lische nelle aringhe ed in altri generi di pesci.

Infine sulla linea mediana del loro corpo si nota anche un certo numero di ossa dette *intraspinose* (fig. 294, *i*), che per un capo si appoggiano all'apofisi superiore delle vertebre, e coll'altro si articolano coi raggi della natatoja mediana (*r*). I quali raggi ora sono delle ossa acute in punta, ed allora diconsi *aculei* o *spini*, ora dei tronchi che, ossificati soltanto alla base, continuano in una serie di articoletti, o presso il vertice gettano anche spesso dei rami, nel qual caso ricevono il nome di *aculei molli*, od *articolati*. Tale è costantemente la struttura dei raggi della natatoja della coda (fig. 290), e talvolta anche di tutte le restanti.

§ 480. Le natatoje laterali, che sono i rappresentanti dei membri, terminano con raggi simili a quelli delle verticali ed analoghi alle dita. Nella pettorale alla base di queste appendici si trova una schiera di quattro o cinque ossicini piatti (*ca*, fig. 292), paragonabili alle ossa del carpo, che la loro volta si uniscono a due ossi anch'essi piatti (*ab*), analoghi a quanto pare ad un radio e ad un cubito molto allargati. Quest'apparato, il quale pende da una cintura ossea situata tosto dopo gli opercoli che vi poggiano addosso come su un telajo, si estende dal cranio all'apparato ioideo, gettando all'indietro un lungo stilo, e consta di tre pezzi posti di fila; il maggiore dei quali, che deve riguardarsi come l'omero (*h*) perchè sostiene l'avanbraccio, inferiormente si riunisce all'altro del lato opposto, e con un'appendice mediana dell'apparato ioideo; infine esso apparato si annette al cranio per due ossa, che Cuvier ritiene analoghe all'omoplata (*o*'). Gli stili, poichè da quivi protendono all'indietro sui due lati del corpo, e per l'ordinario si compongono di due pezzi, vengono considerati come le ossa coracoidee (*co*).

Il membro posteriore (fig. 290) è meno complesso; i raggi della natatoja ventrale pendono da un osso solo, generalmente triangolare, che spesso si congiunge sul davanti alla sinfisi mediana della cintura ossea del membro pettorale, altre volte resta sospeso alle carni.

§ 481. Ma lo scheletro è architettato diversamente nei pesci cartilaginei, cioè in quelli che somigliano alle razze ed agli squali o, come volgarmente si dicono, i pesci-cane,

presentando invece molta analogia con quello dei girini dei rettili. Infatti il cranio loro non è suddiviso in varj pezzi insuturati, ma si compone di un'unica lamina, foggiata del resto come nella comune dei pesci ed avente le stesse aperture. Le parti di cui si compone la mascella superiore sono analoghi alle ossa palatine ed al vomere, i mascellari o non esistono o sono soltanto rudimentali, e giacciono sotto la pelle. Infine la mascella inferiore porta un unico pezzo per fianco, e generalmente manca affatto l'apparato opercolare. La colonna vertebrale talvolta consta in gran parte di un semplice tubo avente sui due lati i pertugi necessarj a lasciar libera l'uscita ai nervi, ma non si divide in vertebre distinte; più spesso il corpo della vertebra è traforato da un canaletto, sicchè la materia gelatinosa che riempie quegli intervalli si distende non interrotta da capo a fondo come una corda. Varia pure la disposizione delle ossa della spalla, del bacino e delle natatoje. Infine l'apparato che sorregge le branchie è il più spesso architettato quasi come nella comune dei pesci; solo che in quelle specie che tengono gli ultimi gradi della serie, come nelle lamprede, mancano gli archetti branchiali.

§ 482. Quasi tutti i pesci nuotano con molta agilità, e si dice che il salmone, per esempio, può percorrere otto metri in un minuto secondo, ciò che equivarrebbe ad una velocità di tre o quattro miriametri per ora. In generale progrediscono guizzando, cioè piegando alternamente a dritta ed a mancina la coda ed il tronco, quindi i muscoli destinati a curvare lateralmente la colonna vertebrale sono così sviluppati che da soli costituiscono quasi intera la massa del corpo; le natatoje mediane, vale a dire la caudale, la dorsale e l'anale, servono ad aumentare la superficie di questa maniera di remo; invece le laterali, cioè le pettorali e le ventrali, prendono poca parte nella progressione, e generalmente valgono più ch' altro a dirigere la coda e tenere il pesce in equilibro.

§ 483. Nella struttura dei pesci s'incontra un organo tutto loro proprio ed importantissimo al nuoto; vale a dire una maniera di sacco aerifero che essi ponno comprimere a piacimento. La *vescica natatoria*, posta nell'addome e sotto la spina dorsale, comunica per l'ordinario coll' esofago e collo stomaco mediante un canale da cui può bensì uscire l'aria contenutavi per entro, ma, a quanto pare, non entra per quella via, essendo prodotta per secrezione da una porzione

ghiandolare delle pareti del sacco stesso che talvolta è affatto chiuso. Questa vescica elastica, venendo diversamente compressa dai moti del corpo, dà al pesce, secondo il volume che acquista, un peso specifico ora eguale, ora maggiore, ora minore di quello dell'acqua, sì che l'animale rimane equilibrato dentro il liquido, od ascende, o discende. Si notò che spesso manca, od è generalmente molto piccola nelle specie che stanziano in fondo alle acque, e si nascondono nel fango alla maniera delle razze, delle sogliole o sfoglie, dei rombi, e delle anguille; infine talvolta è membranosa, ed accogliendo molti vasi sanguigni assume quasi l'aspetto di un polmone.

In alcuni pochissimi pesci le natatoje pettorali prendono un grandissimo sviluppo, sicchè, lanciandosi essi fuori d'acqua, si sostengono nell'aria per qualche tempo, come abbiamo già visto parlando del dattiloptero (fig. 87). Altri invece strisciano sul terreno o ponno innoltrarsi a slanci. Si vorrebbe anzi che qualche specie arrampichi sugli alberi, ma questi esempi sono tutti rarissimi.

Parlando degli organi motori dei pesci non ommetteremo d'indicare un altro apparato singolarissimo che si trova in qualcuno di essi, e mediante il quale ponno aderire tenacemente ai corpi estranei; è questo un disco piatto che portano disteso sul capo, e si compone di un certo numero di lamine cartilaginee, mobili, dirette obliquamente all'indietro (fig. 295). Ma questo apparato si trova soltanto nelle specie del genere *Echeneis*, l'una delle quali, nota sino dall'antichità col nome di *Rémora* (fig. 296), vive nel Mediterraneo e nell'Oceano, e diede origine a favole maravigliose. Si raccontò che vive succhiando gli alimenti con quel disco cervicale, e le si attribui il potere di arrestare di un tratto i più rapidi vascelli. Un'altra specie molto affine alla nostrale è frequente nelle acque dell'isola di Francia, e pare che sulle coste di Cafreria la si adoperi per pescare, lanciandola dietro i

Fig. 295.

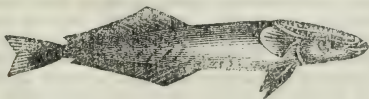



Fig. 296. *Rémora.*

pesci, indi, quando v' ebbe aderito, ritirandola alla riva con un filo che le si annodò alla sua coda.

§ 484. I pesci passano quasi intera la vita cercando gli alimenti e sfuggendo i nemici. Pare che i sensi esterni forniscano loro sensazioni molto ottuse, ed abbiamo le facoltà limitatissime, non presentano nessun industria, nessun istinto appena notevole (1); quindi hanno il cervello poco sviluppato, e gli organi dei sensi imperfettissimi.

Lo speco del cranio oltre essere molto piccolo in relazione al volume del corpo, non è neppure riempito dall' encefalo, perchè tra le pareti ed il cervello si trova, principalmente negli individui adulti, gran copia di una materia spongiosa e grassa. I lobi che costituiscono l' encefalo susseguendosi l' uno all' altro formano una specie di doppia catena nodosa, nella quale si notano un cervelletto, degli emisferi cerebrali, dei lobi ottici, dei lobi olfattivi, poi dietro questi altri lobi spettanti al midollo allungato.

Il tatto è molto ottuso e per la natura dei tegumenti, e per la mancanza di membra sporgenti e di dita flessibili atte ad amplettere gli oggetti, cosicchè i pesci non ponno

(1) Gli ittiologi facendo la storia degli istinti dei pesci segnavano da molto tempo fra i più notevoli quello che hanno alcuni ghiozzi (*Gobius*) il gourami (specie del genere *Osphromenus*), lo spinello (del genere *Gastrosteus*), ecc., di comporre un nido per ricoverarvi le uova. Ma siccome quelle loro relazioni erano troppo vaghe per darci la misura dello sviluppo che acquista nei pesci questa facoltà, riescono importantissimi i particolari da poco osservati, e che si devono principalmente al francese professore Coste, intorno al modo adoperato dall' ultima di quelle specie, tanto comune in alcune acque dolci. L' edifizio architettato dello spinello è un salotto circolare, aperto da un sol lato, ed il maschio, che ne è il solo artefice, lo erige coi materiali che raccoglie anche da lontano, poi consolida premendo col corpo contro i diversi punti delle pareti. Compiuta l'opera va per alcuni giorni cercando ed introducendo colà l'una dopo l' altra, quante femmine vogliono accompagnarvelo. Il numero dei pacchetti d' uova spettanti ciascuno ad un parto, e raccolti separatamente in quel magazzino, dove furono da lui fecondati mano mano venivano deposti, e talvolta grandissimo. Nè qui finiscono le sue cure per la conservazione della prole; un impulso stranamente brutale porta le femmine a cercar quelle uova per divorarle, ed il maschio onde impedirnele rinforza le pareti dell' edifizio con sassolini talvolta eguali in volume alla metà del suo corpo, le tiene assiduamente d' occhio, e combatte quelle madri snaturate che cercano avvicinarvisi. Allo schiudersi delle uova raddoppia le premure, rimovendo le pietre, aprendo dei fori onde le correnti entrino più facilmente nel vivajo, portando le uova ora più alto nell'acqua ora sommergendole maggiormente, provvedendo infine a tutte le loro esigenze. Nè cessa dal dedicarvisi indefessamente in sino a che i neonati non si fecero agili e forti quanto basta per sovvenire da sè stessi ai loro bisogni. (*Nota all' edizione italiana.*)

esercitare questo senso se non colle labbra; infatti pare che i barbigli o cirri che taluni portano in giro alla bocca (*b*, fig. 289) servano ad avvertirli del contatto dei corpi. Difettano pure quasi per intero del gusto avendo la lingua appena mobile, non carnosa, e povera di nervi, alle quali condizioni sfavorevolissime s'aggiunge l'altra che non trattengono mai gli alimenti in bocca.

L'apparato olfattivo è più complesso, ma non però architettato in modo d'essere trascorso dall'aria o dall'acqua inservienti alla respirazione. Le fosse nasali in fondo sono chiuse, ed anteriormente s'aprono il più spesso per due narici, e la pituitaria che le involge ha delle pieghe disposte in modo notevole. L'orecchio giace quasi sempre interno nel cranio ai lati del cervello, e si residua ad un vestibolo coronato da tre canali semicircolari, al quale giungono le onde sonore dopo che fecero vibrare i tegumenti comuni, e le ossa del cranio; in generale manca di qualunque elemento che possa dirsi analogo all'orecchio esterno, al timpano, ed al tamburo. Infine gli occhi sono grandissimi, poco mobili, e sforniti dell'apparato lacrimale e di vere palpebre, e trovansi coperti dalla pelle che si tende loro dinanzi così modificata e resa trasparente da lasciar passare la luce. La cornea è quasi piana, la pupilla larghissima e poco contrattile od anche inerte, infine il cristallino è sferico (1). In generale non hanno nulla di

(1) S'indicò già (§ 434) come alcuni uccelli carnivori, e principalmente quelli che si alzano a maggior altezza nell'aria, quantunque forniti di una portata visiva lunghissima pure possano inmiopire momentaneamente onde discernere chiari gli oggetti anche molto vicini. Posti essi pure in un mezzo non meno libero di quello lo sia l'atmosfera, e soliti a trascorrerlo in ogni direzione, e talvolta molto rapidamente, per piombare sulla preda, parecchi pesci incontrano gli stessi bisogni delle succennate specie di uccelli, ai quali però spesso provvedono in modo molto diverso. In fondo all'occhio di parecchi, al di là della rétina e di una delle lamine della coroide, si trova un organo che, per la posizione e la struttura, è detto il *ganglio vascolare coroideo.* Il dottor Trinchinetti avvertitane la molta analogia di struttura coi *corpi erettili* o *cavernosi*, e riflettendo che quando si gonfia deve necessariamente portar avanti quelle due membrane, e quindi avvicinare la retina alla lente cristallina, od allontanarla coll'inflacidirsi, opina che serva ad accomodare l'occhio alla chiara visione degli oggetti situati a varie distanze. In appoggio alla quale opinione nota che le specie munite di queste ghiandole coroidee (e tale è il caso della pluralità dei pesci) mancano dei *processi ciliari,* i quali negli altri mammiferi servono ad uno scopo analogo; mentre le poche specie che trovansi avere i processi ciliari, per esempio le razze e gli squali, mancano del ganglio vascolare coroideo. (*Nota all' edizione italiana.*)

notevole in quanto alla posizione, però le sfoglie, i passeri di mare o platesse, i rombi ed altre specie piatte (fig. 297), portano gli occhi non collocati al modo solito, ma posti ambedue da una parte sola del capo, stranissima anomalia la quale coincide col difetto di simmetria anche nel restante del corpo.

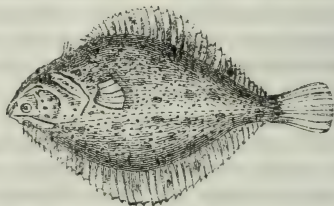



Fig. 297. *Rombo* (Rhombus).

§ 485. I pesci sono molto voraci, e pochissimi s'attengono ad un regime più che altro vegetale, perchè generalmente ingojano senza scelta qualunque animaletto venga loro fatto di predare. Se alcune specie mancano di denti, la maggior parte però ne possiede anzi parecchie schiere, come può vedersi, per esempio, nel pesce cane (fig. 298). I quali or-

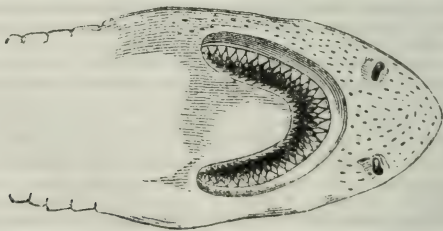



Fig. 298. *Bocca del pesce-cane.*

gani non esistono soltanto sulle mascelle ma il più spesso anche sul palato, impiantati sul vomero, e sulle ossa pa-

latine (fig. 292), o sulla lingua, sul lembo interiore degli archi branchiali, e fin anco nella retrobocca, e sulle ossa palatine che girano intorno all'apertura dell'esofago. Però quei denti mancano sempre di radici, e quantunque si saldino all'osso che gli sostiene pure sono decidui, forse con processo analogo a quello pel quale cadono le corna dei cervi; indi vengono suppliti da nuovi denti che ora nascono sott'essi, ora lateralmente. In generale i denti delle mascelle servono soltanto a ritenere la preda od a lacerarla, e quelli in fondo alla bocca di raro sono architettati in modo da masticarla; del resto variano moltissimo anche nelle forme, giacchè talora sono così sottili e folti che rassomigliano ad un velluto, altre volte assumono l'aspetto di uncini robusti, o di lame taglienti, o somigliano a bitorzoli arrotondati.

§ 486. Certe specie di pesci non si nutrono di materie solide, ma vivono succiando i liquidi da altri animali; tali sarebbero la lamprede, le quali perciò non hanno la bocca architettata al modo solito, ma come lo richiede questa loro particolare costumanza. Infatti le cartilagini che nelle razze, ecc., costituiscono le mascelle, saldandosi in queste ultime specie formano degli anelli che sostengono un disco carnoso, in mezzo al quale si apre la bocca. Infine la lingua, armata pur essa di denti, muove dall'avanti all'indietro come uno stantuffo, sicchè l'animale può servirsi dell'apparato come di una ventosa, o per aderire ai corpi estranei, o per succhiare da essi gli alimenti.

Intorno alla bocca non esistono ghiandole salivali di sorta. L'esofago è breve; lo stomaco e gli intestini svariati nelle forme e nelle dimensioni (1). Generalmente il fegato è voluminoso e floscio, ed al pancreas suppliscono quasi sempre dei ciechi di un tessuto particolare posti intorno al piloro. Infine la posizione dell'ano è molto varia, perchè talvolta s'apre sotto il petto, altre volte alla base della coda. I reni sono grandissimi, e s'estendono ad ambo i lati della colonna vertebrale tutt'al lungo dell'addome, ed i loro condotti escretori sgorgano in una maniera di vescica che s'apre

(1) Le quali diversità corrispondono al volume che potranno avere gli animali di cui devono nutrirsi. Così, per esempio, lo stomaco delle specie che ingojano tutt'interi degli animali molto voluminosi trovasi facilmente munito di un sacco cieco o callotta che, distendendosi all'uopo, accresce la capacità di quella camera in corrispondenza al bisogno.

(*Nota all'edizione italiana.*)

al di fuori subito dietro l'ano, presso l'orifizio degli organi della riproduzione.

Pare che la digestione sia rapidissima; ed il chilo viene assorbito da moltissimi vasellini linfatici che in vicinanza al cuore comunicano per molti tronchi col sistema venoso.

§ 487. Abbiamo già detto che il sangue dei pesci è rosso e contiene dei globuli elittici notevolmente grossi (§ 81, fig. 28, *c*).

Il cuore (fig. 42) giace nel petto in uno speco diviso dall'addome per una maniera di diaframma, dove è protetto superiormente dalle ossa faringee, sui lati dagli archetti delle branchie, ed all'indietro, almeno nella comune dei casi, dal cinto omerale. Esso, come lo si indicava altrove (§ 109), si compone di un'orecchietta, dentro cui sgorga il sangue venoso prima raccolto in un vasto seno che gli giace d'accosto, e di un ventricolo posto sott'esso l'orecchietta; dalla punta inferiore del quale ventricolo si diparte un'arteria polmonare che s'allarga alla base in un bulbo contrattile, e presto dà origine a dei rami laterali che vanno alle branchie. Il sangue dopo ch'ebbe attraversati questi ultimi organi torna verso il capo portatovi da un altri condotti decorrenti essi pure uno in ciascun lembo degli archi branchiali. Da quivi quei canali gettano alcuni rami nelle parti vicine, e si riuniscono per costituire una grand'arteria dorsale, che si stende sotto la colonna delle vertebre, e spande le sue propagini in tutte le restanti regioni del corpo (fig. 42). Infine non tutto il sangue venoso sgorga direttamente nel seno sopra indicato, perchè quello proveniente dagli intestini, e da qualche altra regione, prima di restituirsi al cuore si sparge nel fegato per mezzo della vena-porta.

Dunque tutto il sangue attraversa, circolando, l'apparato respiratorio allo stesso modo che lo fa nei mammiferi e negli uccelli, ma diversamente da quanto avviene in quelli passa nel cuore una volta sola, ciò che deve rallentarne di molto la corsa. Ond'è che il cuore dei pesci corrisponde, per quanto spetta alle funzioni, alla sola metà destra di quello dei vertebrati superiori (fig. 39).

§ 488. Serve alla respirazione l'aria che si trova disciolta nell'acqua, e quel fenomeno avviene alla superficie di innumerevoli lamelle sporgenti, e molto vascolari, che stanno infisse al lembo esterno degli archi branchiali di cui conosciamo già la posizione. In generale si notano

quattro branchie per lato, composta ciascuna di una doppia schiera di lunghe laminette; invece nella comune delle specie cartilaginee se ne contano cinque, e sette nelle lamprede. Quantunque nei pesci ossei queste lamelle sieno ordinariamente semplici e stieno fisse per la sola base, nell'ippocampo o *cavalluccio marino* (fig. 299), ed in altri pochissimi, assumono, ramificandosi, l'aspetto di piccoli cespugli; infine nelle razze, nei pesci-cane, ed in quasi tutti gli altri, sempre cartilaginei, aderiscono tanto alla pelle col lembo esterno, quanto agli archi branchiali coll'interiore.

Fig. 299. *Cavalluccio marino* (Ippocampus).

L'acqua richiesta per la respirazione entra per la bocca, e vien spinta da un moto di deglutizione tra le fessure degli archetti branchiali, da dove giunge alle branchie, che bagna superficialmente; indi sfugge per le aperture laterali. Infatti, ogni volta che l'animale boccheggia lo si vede alzare alternamente l'opercolo; ai pesci che hanno le branchie sciolte al lembo esterno, basta una sola per parte di quelle aperture; invece perchè il liquido possa sgorgare quando si trovano fisse, richiedonsi altrettante vie d'uscita quanti sono gli spazj interbranchiali; ragione per la quale nel pesce-cane (fig. 300) se ne contano cinque paja,

Fig. 300. *Pesce-cane* (Squalus carcarias).

e sette nella lampreda (fig. 316). E così dalla sola ispezione delle aperture esteriori si può indurre l'interna architettura dell'apparato respirante. Inoltre si noti che in alcuni pesci e, per esempio, nelle lamprede, quel fluido non passa

direttamente dalla bocca nelle cavità della respirazione per le fessure interbranchiali, ma vi giunge attraverso un canale sotto-esofageo, simile press' a poco alla trachea degli animali superiori.

Quantunque i pesci consumino pochissimo ossigeno, ve ne hanno però taluni ai quali non basta quello che si trova disciolto nell' acqua, e di tratto in tratto vengono a prenderne a pelo dell' aria. Altri ne inghiottono per convertirlo dentro gli intestini in acido carbonico; una specie di cavedine che stanzia nella melma degli stagni, la *cobitis fossilis*, ci porge infatti esempio di così strano fenomeno. Generalmente quando i pesci trovansi a secco presto muojono asfissiati, non già perchè venga a mancar loro l'ossigeno, ma perchè le lamelle branchiali non più trovandosi fluttuanti, e cadendo le une addosso alle altre, impediscono per quell' adesione che il sangue possa scorrervi liberamente per entro, e perchè appassendosi diventano inette a compiere i loro oficj. Quindi ne soffrono più presto i pesci che hanno più larghe le aperture degli opercoli, vista la maggiore estensione che ha in essi la superficie evaporante; invece quelli che vi resistono più a lungo hanno le aperture molto strette, od anche certi serbatoi, per opera dei quali le branchie sono mantenute umide. Nel quale argomento riescono notevoli parecchi pesci della famiglia dei faringei labirintiformi, i quali ricevono anzi questo loro nome delle cellole acquifere che portano sulle branchie, e sono disegnate ad andirivieni.

Infatti le cellole sottostanti all' opercolo (fig. 301), e che

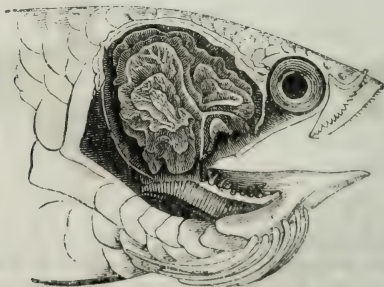



Fig. 301. *Apparato della respirazione di un* Anabas.

hanno origine dalle lamine delle osse faringee, servono a contenere una certa misura d'acqua, che tiene umide le branchie quando l'animale si trova esposto all'aria, concedendogli così di restarci per un tempo piuttosto lungo; ond'è che lasciati gli stagni, loro dimora abituale, si spingono anche molto lontani, strisciando fra le erbe o sul terreno. Quest'apparato labirintiforme è più che altrove complesso negli Anabasi, i quali perciò non solo rimangono a secco più di qualunque altro pesce, ma, a quanto si dice, s'arrampicano anche sugli alberi. La maggioranza delle specie di questa famiglia abita nelle Indie, nella China e nelle Molucche, ed una di esse, il Gurami (*Osphromenus*), originario della China e celebre per la squisitezza delle carni, fu indigenato nelle paludi dell'Isola di Francia e di Cajenna.

§ 489. Si è già detto che i pesci non svolgono quasi punto di calore; invece taluni hanno la strana attitudine di produrre l'elettrico e dare delle scosse violenti ai corpi che toccano. Tra questi ponno nominarsi la torpedine, il siluro o malapteruro, ed una specie di gimnoto; sorprende poi il vedere che l'apparato elettrico di queste tre specie è molto diverso in ciascuna di esse.

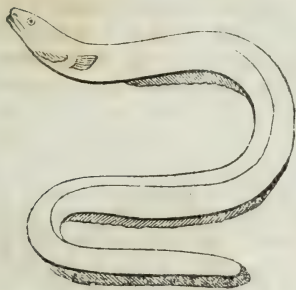



Fig. 302. *Anguilla elettrica* (Gimnotus).

Il Gimnoto (fig. 302) che prevale a tutti in questo rapporto, vive nell'America meridionale, ed è molto simile alle anguille nostrali, differendone solo per la mancanza delle natatoje che

quelle portano in fondo alla coda, e per essere coperto di squame minutissime e quasi invisibili. Lungo circa due metri, ha il corpo serpentino, privo di appendici, ed eguale per tutto, e la pelle invischiata da una materia appiccaticcia. Lo si trova comunissimo nei ruscelli e negli stagni disseminati per le immense pianure che si stendono tra le Cordigliere, l'Orenoco e la Banda orientale, non che nelle acque della Meta, dell'Apura, e dello stesso fiume Orenoco. Le scosse elettriche che dà e dirige a piacimento, sono bastevoli per atterrare gli uomini ed i cavalli, ed egli se ne vale sia per difendersi dei nemici, sia per uccidere anche da lontano i pesci che vuol predare; il che avviene perchè l'acqua trasmette la corrente elettrica al modo stesso dei metalli, e quindi conduce l'elettricità scaricata da questi strani animali come i parafulmini guidano quella atmosferica dalle nubi alla terra. In generale le prime sue scariche sono debolissime, più s'irrita e si agita crescono d'intensità, e presto diventano terribili. Però dopo averne ripetute parecchie a brevi intervalli si trova spossato, ed onde riprodurle ha bisogno di un riposo più o meno lungo; il che sapendo gli Americani approfittano di questo momento per dargli la caccia. Cominciano cioè collo spingere dentro i pantani dove abitano i gimnoti dei cavalli selvatici, i quali ricevendo le prime cariche presto vengono storditi, atterrati, od anche uccisi; indi pescano quei pesci colle reti o cogli arpioni.

L'apparato elettrico s'estende nei gimnoti lungo il dorso e la coda, e consta di quattro fasci longitudinali, composti di un gran numero di lamine membranose, parallele, ravvicinatissime, press'a poco orizzontali, e connesse da una folta di altre lamine minori poste verticalmente in traverso; dalla quale disposizione delle lamine risultano delle cellette prismatiche e transversali che sono piene di una sostanza gelatinosa; infine tutto l'apparato riceve dai grossi nervi.

La torpedine (fig. 503) è un pesce cartilagineo e piatto, molto simile alle razze comuni. Il suo corpo, che è levigato e si disegna come un disco quasi circolare, porta sul davanti due prolungamenti del muso, i quali da ambo i lati spingendosi all'indietro raggiungono le natatoje pettorali, e lasciano tra quegli organi, la testa e le branchie uno spazio ovale dentro cui ricettasi l'apparato generatore dell'elettricità (fig. 503). Questo si compone di un numero grandissimo di tubi membranosi, verticali, stretti gli uni agli altri come

Fig. 303. *Torpedine comune* (Torpedo Galvanii).

le celle di un alveare, suddivisi orizzontalmente in cellette minori piene di muco, e forniti di molti grossi rami di nervi provenienti dal pneumo-gastrico. Coll' elettricità che si svolge là dentro la Torpedine può commovere fortemente gli animali che gli vengono a contatto, produrre le scintille, le decomposizioni chimiche, infine tutti i fenomeni che la fisica ottiene colla solita corrente. Quantunque meno potenti del gimnoto, pure questi pesci giungono ad intorpidire il braccio di chi li tocca, e probabilmente si valgono di simile mezzo per catturare le prede. Da non molto si è potuto accertarsi che in essi il fenomeno elettrico dipende dal lobo posteriore dell' encefalo, perchè quando lo si tagli o s' interrompano i fili nervosi che ne derivano, è tosto soppressa la facoltà di produrlo. Se ne incontrano parecchie specie anche sulle costiere italiane dell'Adriatico, e del Mediterraneo.

Infine il siluro elettrico o malapteruro (fig. 304), incola del

Fig. 304. *Siluro* (Malapterurus electricus).

Nilo e del Senegal, e lungo da tre o quattro decimetri, pare debba l'attitudine a produrre scariche elettriche ad un tessuto speciale che porta tra la pelle dei fianchi ed i muscoli, il quale rassomiglia ad un tessuto cellulare foglioso. Gli Arabi lo dicono *raasch,* cioè il tuono.

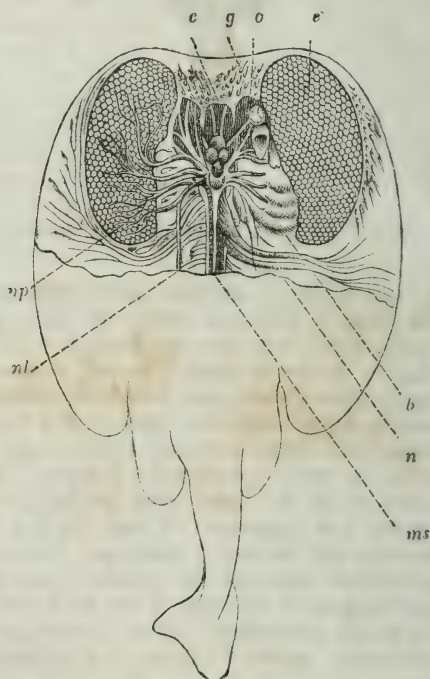



Fig. 305. *Apparato elettrico della Torpedine* (1).

§ 490. I pesci emettono talvolta centinaja di migliaja di uova per cadaun parto, i quali germi in generale non hanno

(1) *c* Cervello; — *ms* midollo spinale; — *o* occhio e nervo ottico; — *e* organi elettrici; — *np* nervi pneumogastrici che vanno all'organo elettrico; — *nl* branca dei precedenti che costituisce il nervo laterale; — *n* nervi spinali.

che un involucro mucilagginoso, e sono fecondati dappoi che furono deposti; però v'hanno delle specie che invece sono ovovivipare; ma tanto nell'uno come nell'altro caso abbandonano tosto le uova, sicchè moltissimi periscono o prima di nascere o tosto appena venuti alla luce.

Lo schiudersi simultaneo di un numero di uova così sterminato in uno stesso luogo, e l'istinto che muove diversi di questi animali a viaggiare di conserva, danno origine a quelle estesissime e fitte legioni di pesci che i pescatori dicono i *banchi*. I quali assembramenti però non ponno dirsi vere società, perchè gli individui che le compongono non si prestano nessun soccorso; se tutti assieme dimorano in data località, o tutti assieme se ne dipartono, ciò avviene solo perchè tutti provano lo stesso bisogno; se infine talvolta pare che seguano una guida, probabilmente lo fanno mossi da quella tendenza ad imitare ch'è sempre compagna del primo svolgersi dell'intelligenza.

§ 491. Che che ne sia talvolta questi animali così ragunati intraprendono dei viaggi molto lunghi, ora per portarsi al mare, ora per risalire nei fiumi, ora infine per mutar stanza. Alcuni vivono quasi sedentarj là dove nacquero; altri errano continuamente; altri infine intraprendono periodicamente delle peregrinazioni più o meno lunghe. D'ordinario giunto il tempo della fregola accorrono alle coste, per quanto se ne trovino lontani, od entrano nei fiumi; ed ogni anno giungono periodicamente agli stessi paraggi dei banchi di pesci viaggiatori. In generale si crede che emigrino regolarmente da settentrione a mezzodì, poi da mezzodì a settentrione, seguendo una via prestabilita; ma forse invece scompajono dalle coste perchè discendono più profondamente nei mari. Tra gli animali forniti di simile istinto ponno notarsi le aringhe, oggetti di pescagione lucrosissima. Esse abitano i mari del nord, da dove discendono ogni anno in legioni sterminate su parecchi lidi d'Europa, d'Asia e d'Affrica, non oltrepassando però mai il 45° grado delle nostre latitudini. Alcuni naturalisti opinano che tutti questi banchi si ritirino periodicamente sotto i ghiacci polari, da dove partono in colonne immense, le quali suddividendosi per via gettansi sulle coste soprastanti al parallelo sopra indicato; ed anzi tracciarono le carte di quelle peregrinazioni. Mancando però le prove di questo loro asserto può anche credersi che le cose avvengano in modo diverso; le aringhe

depongono le uova presso i lidi francesi dell'Oceano; è probabile che le giovani si inabissino di buon'ora per dirigersi verso il nord, dove troveranno maggior copia di piccoli crostacei e d'altri animaletti che sono la loro pastura naturale. Nella primavera tornano alle coste raccolte in legioni immense spintevi da altri bisogni, ed in cerca di acque meno profonde e più tiepide. È bensì vero che discendono verso il sud; ma giunte nel Baltico e sulle sponde dell'Olanda o sino alla Manica non si vedono mai ripiegare verso il nord, come dovrebbero farlo se andassero a svernare sotto i ghiacci polari per ricominciare nella primavera seguente quel preteso viaggio periodico.

Comunque però la cosa avvenga le aringhe cominciano ad apparire nelle acque delle isole Shetland nei mesi di aprile e di maggio, poi nel giugno e luglio vi giungono in fitti banchi, e tali che talvolta coprono la superficie del mare per parecchie leghe, e si sprofondano alcune centinaja di piedi; indi poco dopo si spandono sulle rive scozzesi ed inglesi. Le maggiori pesche si fanno in settembre ed ottobre; dalla metà di quest'ultimo mese sino al chiudere dell'anno abbondano nella Manica, e principalmente dallo stretto di Calais alla foci della Senna. Per l'ordinario passano il luglio e l'agosto in alto mare, trascorso il qual tempo entrano nelle acque poco profonde in cerca di luoghi opportuni ad accogliere le uova, e vi stanziano sino a mezzo febbrajo. Le prime a deporre quei germi sono le aringhe vecchie, le giovani tenendovi dietro più tardi; sul qual fenomeno però si avverta che ponno influire la temperatura od altre circostanze, ed infatti in certi luoghi si trovano uova in ogni stagione dell'anno. Dopo il parto sono magre e poco cercate. La fecondità di questi pesci è maravigliosa perchè in una sola ovaja di una femmina di media grandezza si contarono oltre a sessantamila germi. Si dice che questi talvolta coprono, galleggiando, una vastissima superficie di mare, che pare quasi aspersa da segatura di legno. Del resto le notizie che si hanno sui primordj della vita delle aringhe sono molte incompiute (1).

(1) **La pesca delle aringhe è tra le più proficue, e quantunque ora meno attiva di quello lo fosse una volta pure occupa delle intere flotte. Alla metà del secolo XVII, gli Olandesi vi armavano non meno di due mila legni, e si calcolarono sino ad 800,000, le persone che nell'Olanda,**

§ 492. Le sardelle, gli scomberi, i tonni e le acciughe, visitando anch' essi di passaggio e periodicamente in troppe numerose alcune costiere forniscono pesche talvolta importanti. In soggetto poi alle specie nelle quali prevale l' abitudine dei viaggi periodici non vuol dimenticarsi il salmone, incola di tutti i mari artici, e che ogni primavera entra a schiere nei fiumi, per rimontare sino alle loro sorgenti. Emigrando progrediscono ordinariamente in due lunghe schiere parallele che si uniscono di fronte, e sono guidati dalla più grossa femmina, mentre i maschi novelli stanno alla retroguardia. Queste carovane nuotano in generale con molto fracasso ed alla superficie delle acque, se la temperatura è mite; invece se troppo calda si tengono in fondo al fiume. Il più spesso avanzano lenti e tumultuosi, ma al menomo sospetto guizzano così rapidi ch' è difficile seguirli coll' occhio. Quando incontrano un argine od una caduta d' acqua fanno ogni prova per superarli, al qual uopo usano appoggiarsi a qualche scoglio e drizzarvi contro bruscamente il corpo prima piegato a semicerchio; così lanciandosi dall' acqua e facendo nell' aria un salto, talvolta di quattro o cinque metri, vengono a cadere al di là dell' ostacolo che si parava dinanzi al loro cammino. I salmoni rimontano a questo modo sino alle sorgenti dei fiumi dove vanno in cerca di ruscelletti e delle acque tranquille a fondo sabbioso, luoghi adatti a dar ricetto alle loro uova; poi estenuati e smagriti per le fatiche sofferte ridiscendono nell' autunno verso la foce, e svernano nei mari. La femmina depone le uova in un fossatello che scava essa stessa nella

e nella Frisia occidentale vivevano di questa industria, alla quale concorrevano pure in gran numero i pescatori norvegi, americani, scozzesi, inglesi e francesi. Anche attualmente, benchè molto decaduta, è fonte di non poca ricchezza agli abitanti di tutto il littorale del settentrione. I soli porti di Francia che si trovano tra Dunkerque e le foci della Senna v' impiegano annualmente da tre o quattro cento bastimenti, e cinque mila marinai all' incirca, ricavando quasi per quattro milioni di lucro.

Per l' ordinario si pesca con reti lunghe cinque a sei cento tese. Le quali hanno il lembo inferiore carico di pietre, ed il superiore sostenuto da barili vuoti; le maglie sono di giusta larghezza perchè l' aringa possa ficcarvi dentro il capo sino agli opercoli, ma non oltre le natatoje pettorali. Il pesce per superare l' ostacolo opposto da quei tramezzi al suo viaggio entra nelle maglie e vi resta preso, perchè gli opercoli da una parte, dall' altra le natatoje non gli permettono più nè di avanzare, nè di rinculare. Talvolta il numero delle aringhe pescate a questo modo è tale che la rete, trovandosene tutta piena, si rompe pel troppo peso. In generale le reti si tendono lontane dal porto, ed i pesci vengono salati a bordo.

sabbia; e poi il maschio viene a fecondarle. I giovani salmoni presto cresciuti a circa un piede di lunghezza lasciano i fiumi delle alture per calare alla marina, la quale abbandonano di nuovo alla metà dell'estate susseguente al loro nascimento, per ritornare nei fiumi, misurando allora da quattro a cinque decimetri. Parlando delle rondini abbiamo visto che avvicinandosi la stagione fredda emigrano verso il sud, poi nell'anno dopo tornano là dove erano partite. Pare che i salmoni abbiano lo stesso istinto; ed il signor Deslandes avendo messo un anello di rame attorno alla coda di dieci o dodici di questi pesci, che rimise in libertà nel fiume d'Auzou in Bretagna, poco stante li trovò scomparsi tutti; ma nell' anno seguente ne ripescava cinque nel medesimo luogo, tre nel secondo, e tre altri nel terzo anno.

§ 493. I pesci presentano pochi fatti notevoli per quanto alle abitudini, ciò che non toglie che debba importare di conoscerle, fosse solo per ragione delle pesche. Non sono molti anni che un quinto della popolazione dell' Olanda viveva di questa industria, e che i suoi legni coprivano i mari del nord nel solo interesse della pesca delle aringhe, la quale ora sostiene ed educa in Inghilterra un gran numero di buoni ed arditi marinai; quasi un terzo dei trenta o quaranta mila pescatori francesi va annualmente sulle coste d' Irlanda e di Terra-Nuova in cerca del baccalà (fig. 306). grosso ed ottimo pesce che abbonda in quei paraggi, e s' incontra pure, benchè scarso, sulle costiere di Francia e d' Italia.

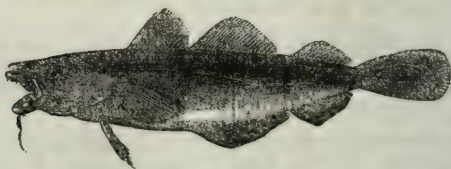



Fig. 306. *Nasello o Baccalà* (Gadus morhua).

§ 494. **Classazione.** — Tenuto conto della natura dello scheletro, la classe dei pesci, una fra le più numerose del Regno animale, si divide naturalmente in due gruppi.

Il primo, o la sottoclasse dei PESCI OSSEI, è quello

che comprende il maggior numero dei generi e delle specie, e si compone di tutti i pesci ordinari. Esso poi si suddivide, per caratteri generalmente di poca importanza, nei sei ordini degli *Acantopterigi*, dei *Malacopterigi addominali*, dei *Malacopterigi subbranchi*, dei *Malacopterigi apodi*, dei *Lofobranchie*, e dei *Plectognati*.

§ 495. I PLECTOGNATI (da πλεκτὸς saldata, e γνάθος mascella) si distinguono da tutti gli altri pesci a scheletro osseo perchè trovansi avere la mascella superiore non già mobile, ma saldata od addentellata col cranio. In questo gruppo, d'altronde povero di specie, si allogano gli ostracioni (fig. 307), notevoli per la corazza che vestono, la quale è fatta di parecchi pezzi ossei; ed i diodon ed i tetraodon, che ingurgitando l'aria a piacimento, e con essa distendendo un po' lo stomaco, ponno gonfiarsi come palloni.

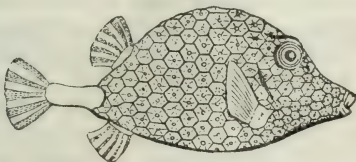



Fig. 307. Ostracion.

§ 496. Le mascelle dei LOFOBRANCHIE (da λόφος cresta, e βράγχία branchie) non hanno nulla di singolare nelle mascelle, invece sono caratterizzati dalla struttura delle branchie che non sono pettiniformi, ma spartite in fiocchetti o pennelli tondi, e fisse a due a due lungo gli archi branchiali. Vi si allogano i signanti, gli ippocampi (fig. 299), ecc.

§ 497. L' ordine degli ACANTOPTERIGI, comprende tutti i pesci ossei che hanno mobile la mascella superiore, le branchie a pettine, e la prima natatoja dorsale sorretta da raggi ossei e spiniformi (fig. 294), dal qual carattere presero il nome, composto dalle parole greche ἄκανθα aculeo, e πτέρυξ ala; in esso prendono posto quasi tre quarti dei pesci che conosciamo, e si suddivide in parecchie famiglie. Vi trovano posto il pesce-persico, lo scómbero, i tonni (fig. 308), i pesci-spada, ecc.

Fig. 308. *Tonno* (Thynnus vulgaris).

§ 498. I MALACOPTERIGI ADDOMINALI (molli-ali), distinguonsi dagli antecedenti perchè i raggi della loro prima natatoja dorsale invece d' essere spinosi sono cartilaginei, articolati in punta, ed il più spesso ramosi (fig. 309), ca-

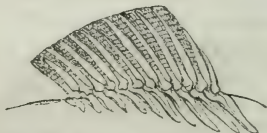



Fig. 309.

rattere che hanno in comune coi due gruppi susseguenti di pesci ossei, sicchè per distinguerneli bisogna soggiungere che portano le natatoje ventrali sotto al petto, dietro le pettorali, e sciolte dalle ossa delle spalle. Citeremo in proposito i carpioni, i lucci (fig. 310), i siluri (fig. 304), i salmoni, le aringhe, le sardelle e le acciughe.

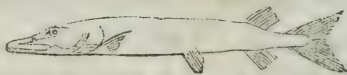



Fig. 310. *Luccio* (Esox lucius).

§ 499. Le natatoje dei MALACOPTERIGI SUBBRANCHIE sono fatte come quelle degli addominali, solo che giacciono sotto le pettorali, e pendono dalle ossa della spalla. Entrano in questa divisione i naselli (fig. 306), il merlango, la

rémora (fig. 296), e la famiglia dei pleuronetti o pesci piatti, composta dei passeri di mare (fig. 311), dei rombi (fig. 297), delle sogliole, ecc.

Fig. 311. *Passero di mare* (Platessa).

§ 500. L'ordine infine dei MALACOPTERIGI APODI si distingue per la mancanza dei raggi spinosi alla natatoja dorsale, e per non avere le natatoje ventrali. E tutti i pesci che racchiude sono lunghi e coperti di una pelle grossa, molle, e poco squamosa, come può vedersi nelle anguille e nei gimnoti (fig. 302).

§ 501. I PESCI CARTILAGINEI o CONDROPTERIGI, per l'ordinario non hanno lo scheletro osseo ma semplicemente cartilagineo, od anche talvolta membranoso, e la materia calcare che li fa solidi all' esterno è deposta in piccoli granelli. Può anche notarsi che l' interna loro impalcatura ha molta analogia collo scheletro tuttora cartilagineo dei girini, differendone per ciò solo che i rappresentanti delle ossa mascellari superiori, e delle intramascellari sono rudimentali, e la mascella superiore è formata essenzialmente da ossa analoghe alle palatine. Ora hanno le branchie sciolte al lembo esterno come i pesci ossei ; ora invece aderenti per quel lembo e per l' interiore, la quale differenza serve a dividerli nei due gruppi dei *condropterigi a branchie sciolte*, raccolti in un gruppo solo, e dei *condropterigi a branchie fisse,* suddivisi negli ordini dei *Selacii* e dei *Ciclostomi.*

§ 502. L'ordine dei CONDROPTERIGI A BRANCHIE LIBERE, detto anche degli *Sturionidi*, dallo sturione

(fig. 312) che n'è il tipo, consta di pesci che si disegnano come all'ordinario, ed hanno generalmente la pelle armata di scudi ossei posti di fila, e la bocca sdentata.

Fig. 312. *Storione* (Acipenser sturio).

§ 503. L'apparato respiratorio di tutti i CONDROPTERIGI A BRANCHIE FISSE è notevole per ciò che gli organi ond'è composto invece d' essere sciolti al lembo esterno e sospesi in una cavità comune, aderiscono ai tegumenti, sicchè l'acqua non sgorga da un'apertura unica ma da altrettanti orifizj quanti sono gli intervalli che restano tra l'una e l'altra branchia. I quali orifizj poi sono quasi sempre esterni, e raramente sboccano in un canale comune che trasmette il liquido al di fuori; infine gli archi cartilaginei, spesso sospesi alle carni, giacciono di riscontro ai lembi esteriori delle branchie. Del resto questi pesci differiscono moltissimo fra loro dando così origine agli ordini dei *Selacii*, e dei *Ciclostomi*.

§ 504. L'ordine dei SELACII (da σελάχη nome proprio), comprende tutti i pesci cartilaginei aventi le branchie fisse e le mascelle mobili, e disposte per masticare. In esso trovano posto la famiglia degli squali, composta dei pesci-cani (fig. 300), dei veri squali, dei pesci-martello (fig. 314), dei pesci-sega, ecc., e l'altra delle razze, nella quale colle vere razze (fig. 313) si comprende anche la torpedine (fig. 303). Questi pesci hanno poi tutti a cadaun lato, sotto il collo,

Fig. 313. *Razza* (Raja).

Fig. 314. *Pesce martello* (Zygæna malleus).

cinque aperture o meglio fessure branchiali, e parecchi portano sul capo due orifizj, detti le sfiatatoje, che vanno alle branchie, dove conducono l'acqua richiesta per la respirazione quando l'animale ha la gola impedita da una preda molto voluminosa. La grandissima loro voracità è spesso favorita da una vigoría maravigliosa, e da una quantità straordinaria di denti, come può vedersi nel pesce-cane (fig. 300). Gli uni sono ovovivipari, altri generano delle uova coperte di un guscio compatto e corneo.

§ 505. Infine i CICLOSTOMI (da κύκλος circolo, e στόμα bocca) sono caratterizzati dalla strana conformazione della bocca, adatta soltanto a succhiare, perchè composta di una maniera di ventosa conseguente dal saldarsi in giro delle

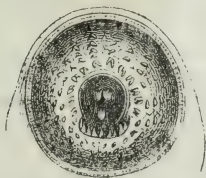
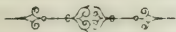



Fig. 315. *Bocca di una lampreda.*

mascelle a foggia di anello (fig. 315). Questi animali, i più imperfetti fra tutti i vertebrati, hanno talvolta lo scheletro membranoso, così gli ammoceti, e si trovano sempre costrutti molto più semplicemente di tutti gli altri pesci. Lo stesso dicasi in riguardo al sistema nervoso ed alle branchie che trovansi ridotte a semplici borsicine. Le lamprede (fig. 316) ci presentano il tipo principale del gruppo.

Fig. 316. *Lampreda* (Petromyzon).

§ 506. Recentemente si studiò l'organismo di uno strano essere che di certo appartiene alla branca dei vertebrati, quantunque manchi dei loro caratteri più spiccati, vogliam dire dell' *amphioxus*, animaletto marino che nelle forme generali rassomiglia ad un pesce, ma non ha vere vertebre, nè cuore, nè sangue rosso, nè cervello distinto. Lo scheletro vi è rappresentato da uno stelo cartilagineo analogo alla corda dorsale che nell'embrione dei vertebrati ordinari precede la comparsa delle vertebre; l'asse cerebro-spinale, soprastante all' apparato di nutrizione come in tutti gli altri vertebrati, non porta però sul dinanzi nessun rigonfiamento che possa paragonarsi all'encefalo; la circolazione avviene dentro vasi a pareti contrattili, e l' ufizio dell' apparato branchiale è disimpegnato dalla cavità faringea. La comune dei zoologi pone tra i pesci questo animale così degradato, ma sembra che in una classazione naturale gli spetti una divisione apposita.

SECONDA BRANCA

ANIMALI ANELLATI od ARTICOLATI.

§ 507. Le specie comprese in questa grande divisione non solo sono costrutte nell'interno in modo essenzialmente diverso di quello lo siano tutte le altre che compongono le tre branche restanti del Regno animale, ma ne differiscono anche all'esteriore per caratteri così patenti ed assoluti che è quasi sempre facile il distinguernele a primo aspetto. Infatti tutto il loro corpo si divide in monconi, e presenta una schiera di anelli posti di fila; la qual disposizione anellare in alcune è dovuta ad un certo numero di pieghe transversali della pelle che girano intorno al corpo; in altre, ed anzi nella maggioranza, a veri anelli solidi connessi e mobili le une sulle altre, sicchè l'animale si trova vestito, diremmo, di un'armatura analoga, per gli ofizj che adempie, all'interna impalcatura dei vertebrati. Infatti essa determina le forme generali del corpo, ne protegge le parti molli, porge ai muscoli i punti di attacco, e fornisce leve richieste alla rapidità e precisione dei movimenti. Per simili ragioni spesso s'usa dirla lo *scheletro esterno*, ma si anderebbe errati se si volesse ritenerla quale il rappresentante o l'analogo dello scheletro dei vertebrati, perchè realmente non è che la pelle fatta solida e rigida, ed incrostata da una maniera di epiderma calcare di consistenza petrigna. Per esprimere i veri usi e la natura di questa armatura sarebbe più acconcio il nominarla *scheletro tegumentale.*

§ 508. I diversi segmenti del corpo di un animale arti-

colato si rassomigliano sempre moltissimo tra loro; se qualche volta, come nella scolopendra (fig. 139), ripetono quasi tutti esattamente le medesime forme, altrove e sempre mostrano una gran tendenza ad avere una struttura uniforme. Cadaun anello può portare due coppie di appendici o di membri, l'uno spettante all'archetto dorsale, ossia alla sua porzione superiore (fig. 317), l'altro all'inferiore ossia all'archetto

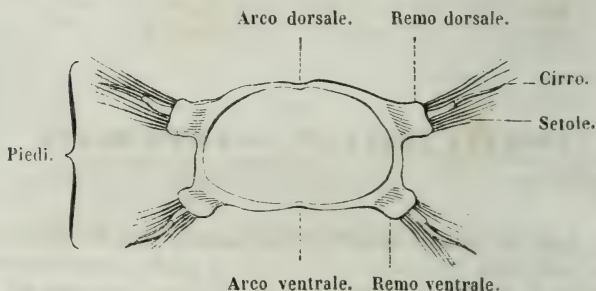



Fig. 317. *Taglio verticale d'un anello del corpo di un Annelide. del genere* Amphinoma.

ventrale; come infatti avviene di scorgere negli anelli di tutte le specie nelle quali queste appendici sono poco svolte, e la divisione del lavoro fisiologico appena incipiente; ivi pure talora sono numerosissime, in generale però le appendici di certi anelli toccano a grande sviluppo, mentre altre restano rudimentali o si sopprimono, in forza quasi di una legge di compenso o librazione organica. Le appendici che si svolgono sono quasi sempre quelle dell'archetto inferiore, le quali ciò facendo assumono forme tanto più svariate quant'è più alto il posto competente alla specie nella serie animale. Esse appendici poi, diversamente modificate, costituiscono quelle corna filiformi che notansi sul capo degli insetti e dei crostacei, e si dicono le antenne; i loro diversi organi della masticazione, le zampe, le natatoje, ecc. (fig. 120 e 121). Talvolta quelle degli archetti superiori esistono tutte e funzionano siccome zampe, allo stesso modo delle altre che spettano agli inferiori, come ce ne porgono esempio parecchi annelidi; per l'ordinario però non se ne trovano che su due degli anelli mediani, dove danno origine alle ali o ad organi

analoghi, del qual caso avremo presto a dire parlando degli insetti. In generale si trovano tre, quattro, cinque o sette paja di zampe; altre volte ponno contarsene anche delle centinaje, o per l'opposto mancare affatto; nel qual ultimo caso vengono, per così dire, rappresentate, come nel lombrico terrestre, da certi fascetti di setole irte.

§ 509. La tendenza che hanno gli anelli del corpo a ripetersi è notevolissima non solo nelle forme dello scheletro tegumentale, ma anche nella disposizione dei muscoli in essi compresi e nella struttura del sistema nervoso (1). In

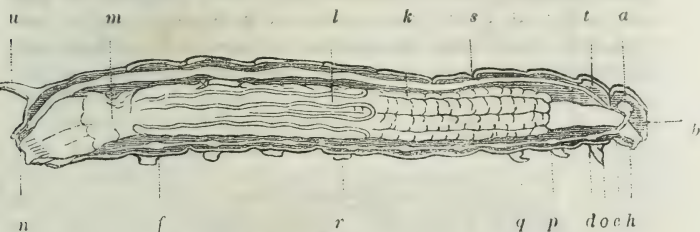



Fig. 318. *Anatomia del bruco di una sfinge* (2).

(1) La molta somiglianza che hanno tra loro i diversi segmenti di un animale anellato, e principalmente la concentrazione vitale che ciascuno riceve dal par di gangli nervosi che gli sono propri, e ponno aversi come altrettanti focolari della vita, portarono a considerarli ciascuno come quasi individualità fisiologiche, ed a ritenere l'intero animale come il risultato della aggregazione di essi segmenti; quindi parecchi autori usano dirli *Zooniti* (da ζως *animale*, e Νηεω *congregare* od *accumulare*). La qual vista teorica non è mera speculazione, ma tornò di sommo giovamento nello studio delle analogie che esistono tra gli organi diversamente modificati nelle diverse specie, e delle leggi direttive di quelle modificazioni, quindi per necessaria conseguenza nella classazione naturale di questi animali tanto moltiformi. (*Nota all' edizione italiana*).

(2) Fig. 318 e 319, una sfinge; — *a* gangli cefalici, o cervello posto anteriormente all' esofago, e che dà origine ai nervi degli occhi, ecc.; — *b* commissure di questi gangli con quelli del secondo pajo, le quali passano ai fianchi dell' esofago, e lo cingono di una maniera di collare; — *c* primo par di gangli sotto-esofagei, posti dietro la bocca; — *d* gangli del primo anello toracico; — *e* (fig. 319) massa nervosa costituita dai gangli del secondo e terzo anello del torace; — *f* sesto pajo di gangli addominali; — *h* la bocca; — *i* (fig. 319) la proboscide; — *j* (id.) l'esofago; — *k* lo stomaco; — *l* intestino e vasi biliari; — *m* intestino crasso; — *n* ano; — *o* prima coppia di zampe; — *p* seconda; — *q* terza; — *r* (fig. 318) prima coppia di zampe membranose del bruco; — *s* vaso dorsale; — *t* primo anello del torace; — *u* (fig. 318) cornetto che sporge in fondo all'addome del bruco.

generale ogni anello degli animali di questa branca, giunti allo stadio adulto, porta un par di gangli; e tutti i gangli riunendosi mediante dei fili di comunicazione o commissure danno origine ad una catena che decorre lunghesso la linea mediana del corpo sulla regione ventrale (fig. 58). Nelle specie articolate inferiori, e così pure nelle altre che quantunque tengano un posto più eminente nella serie, non giunsero per anco a comprimento, tutti i gangli sono presso a poco eguali, e mediante i fili connettenti formano due corde nodose che vanno da un capo all'altro del corpo (fig. 318); osservando specie più perfette quei gangli si vedono avvicinati nel senso transversale sino a confondersi sulla linea mediana in una serie sola; il quale raccostamento avvenendo anche nel verso della lunghezza, ne risulta che parecchi paja finiscono col comporre un'unica massa (fig. 319). Anzi talvolta, e per

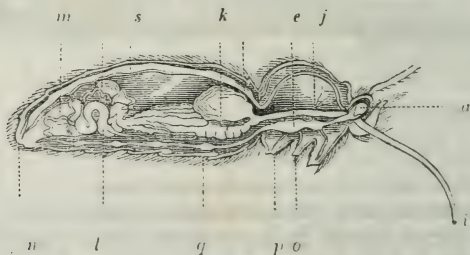



Fig. 319. *Anatomia della farfalla di una sfinge* (1).

esempio in alcuni granchi, tutti i gangli degli anelli del corpo non formano più che due masse nervose. L'una sovraposta alla testa, l'altra situata nel torace; nè potrebbero raccostarsi ulteriormente perchè le commissure che uniscono quei due centri dovendo passare ad ambo i lati dell'esofago, i gangli cefalici restano sempre superiori ed anteriori a quel condotto, e gli altri dietro esso ed al disotto In fatti questa parte del sistema nervoso gira come un monile attorno l'esofago, ciò che vedremo ripetersi nei mol-

(1) Le diverse parti sono indicate colle stesse lettere adoperate nella figura antecedente.

luschi, i quali però nel resto ne differiscono perchè hanno la parte postesofagea o ventrale del sistema gangliare composta di un pajo di gangli o di due tutt' al più, e situati sulla linea mediana del corpo; mentre negli animali articolati esiste una lunga schiera di gangli ventrali, o quando pure non vi s'incontra che una massa sola è facile il riconoscere che questa risulta dal raccostamento di molte paja.

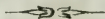
Gli anatomici sogliono dare ai gangli cefalici il nome di *cervello*, e taluni nella catena ventrale vorrebbero veder rappresentato il midollo spinale; ma queste analogie, a quanto sembra, mancano di fondamento, e se pur si volesse stabilirne una qualunque tra essa ed i diversi centri midollari dei vertebrati forse sarebbe meglio cercarla nei ganglietti che questi presentano sulle radici anteriori dei nervi spinali.

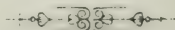
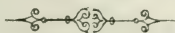
§ 510. Gli anellati avendo in generale il sistema nervoso meglio svolto di quello lo si trovi nei molluschi, ed inoltre dei membri per la locomozione, ed una maniera di scheletro tegumentale, devono naturalmente prevalere ad essi in tutti i caratteri essenziali dell'animalità, ossia nelle funzioni di relazione; invece rimangono inferiori in quanto spetta la vita vegetante, perchè o mancano affatto dell'apparato di circolazione o lo hanno molto meno perfetto. Nella maggior parte, se non in tutti, il sangue è bianco; ma questa differenza però non tira a grandi conseguenze. La respirazione avviene in modi svariati; il tubo digestivo corre tutt'al lungo del corpo, sicchè la bocca si trova nel capo, e l'ano all'estremo opposto. Infine si ponno sempre notare delle mascelle od almeno degli stromenti speciali per prendere gli alimenti, i quali organi sono anche sempre appajati ed invece di moversi l'uno sull'altro, come nei vertebrati, s'aprono e si chiudono in direzione laterale.

Questa branca, come si è già avvertito, si divide in due gruppi principali: nell'uno de'quali si allogano gli *animali articolati veramente detti*, facili a riconoscersi perchè hanno i membri articolati; nell'altro, dei *vermi*, quelli in cui invece dei membri esistono dei bitorzoli guerniti di setole, e tutte le parti dell'organismo si semplificano per modo che spesso riescono imperfettissimi.

SOTTOBRANCA

DEGLI ANIMALI ARTICOLATI

VERAMENTE DETTI

§ 511. Essi non devono la loro supremazia ai soli organi della locomozione, ma anche all'avere il sistema nervoso molto più svolto di quello dei vermi e ad una maggior localizzazione di funzioni; siccome abbiamo già indicate talune delle differenze esistenti tra questi esseri, le quali servono a scompartirli in classi (§ 380), ora tornerebbe inutile il ripeterle, e piuttosto riassumeremo in uno specchietto sinottico i principali caratteri di questi diversi gruppi.

ANIMALI ARTICOLATI veramente detti:	che respirano l'aria col mezzo di trachee o con sacchi polmonari.	Muniti di testa distinta dal torace e fornita di antenne.	Col corpo diviso in tre regioni distinte: cefalica, toracica, ed addominale; con tre paja di zampe, e sforniti di ali.	*Insetti.*
			Col torace e l'addome riuniti; 24 paja di zampe o più; e mancanti delle ali.	*Miriapodi.*
		Colla testa indistinta dal torace, e quattro paja di zampe; senz' ali.		*Arácnidi.*
	che respirano l'acqua per mezzo di branchie.	In generale con cinque o sette paja di zampe.		*Crostacei.*

CLASSE DEGLI INSETTI

§ 512. In tutti gli articolati compresi nella classe degli Insetti si distinguono separatamente il capo, il torace e l' addome, ed inoltre tre coppie di zampe; ai quali caratteri esteriori si aggiunga che questi animali respirano per mezzo di trachee aerifere, che mancano di un vero sistema vascolare, e nei primordi di loro esistenza vanno soggetti a metamorfosi. Infine sono architettati per volare e portano ali, diversamente da quanto si nota in tutti gli altri.

§ 513. Quantunque talvolta lo scheletro tegumentale degli insetti, cioè la loro pelle indurita, si mantenga un po' flessibile, il più spesso è rigida come il corno. Però non deve ritenersi che sia realmente un tessuto di natura cornea, giacchè la chimica c' insegna che si compone di parecchie materie, e che ha per base una sostanza particolare detta la *chitina* (Vedi nota al § 260). In quanto poi alla struttura di esso scheletro vi si ponno distinguere moltissimi pezzi, ora saldati tra loro, ora riuniti da porzioni della pelle stessa rimaste molli, e che perciò ponno muoversi più o meno facilmente.

Il corpo di un insetto, come lo abbiamo ripetuto più volte, si compone di un certo numero di anelli posti di seguito, e si divide nelle tre regioni *cefalica*, *toracica* ed *addominale*.

I membri, od appendici di cui vanno fornite le diverse specie, hanno una struttura analoga al tronco dal quale derivano, essendo composti di canne solide o di lamine vuote poste di fila, le quali racchiudono nell' interno i muscoli ed i nervi che le fanno muovere.

La testa, formata di un solo segmento, porta gli occhi, le antenne, e le appendici della bocca. Le antenne sono il primo pajo di membra degli insetti e constano di moltissimi articoletti posti l' uno dopo l' altro; nascono dalla parte anteriore o superiore del capo, e se il più spesso rassomi-

Antenne.
Occhi.
Testa.
1.° pajo di zampe.
a
b
Torace.
1.° pajo di ali.
2.° pajo di zampe.
c
2.° pajo di ali.
3.° pajo di zampe.
Addome.
Gamba.
Tarso.

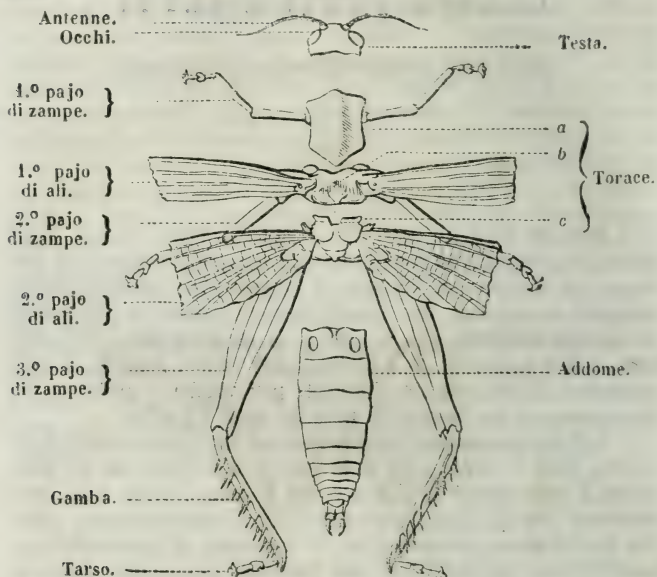



Fig. 320. *Anatomia dello scheletro tegumentale di una locusta.*

gliano a delle corna gracili e flessibili (*a*, fig. 321), variano però molto nella figura, principalmente tra i maschi: essendovene di penniformi (fig. 323), di clavate (fig. 322), di fog-

Fig. 321. Calichroma alpina. Fig. 322. Paussus cornutus.

giate a sega, anzi ve ne hanno che in certe specie finiscono in larghe laminette sovrapposte come i fogli di un libro (fig. 339); la loro lunghezza poi talvolta è grandissima. Non si sa nulla di certo in quanto all'uso a cui sono destinate, ma ponno presumersi stromenti del tatto e fors'anche dell'udito; gli altri tre paja di membri che nascono dalla regione inferiore della testa forniscono agli insetti gli organi pei quali masticano o succhiano; ma di tali stromenti diremo più estesamente parlando della digestione di questi animali (§ 521, 522).

Fig. 323. Pavonia minor.

§ 514. Il *torace* giace nella parte mediana del corpo, porta le zampe e le ali, e si compone sempre di tre anelli, che s'usa distinguere coi nomi di *protorace*, *mesotorace e metatorace* (*a*, *b*, *c*, fig. 320). All'arco ventrale di cadauno dei quali segmenti si salda un pajo di zampe; invece le ali prendono origine dall'arco dorsale degli anelli toracici, od almeno del mesotoracico e del metatoracico; perchè il prototorace (*a*) non porta mai di simili appendici; inoltre vogliasi notare che ciascuno di quegli anelli non ne ha mai oltre un pajo; ond'è che nessun insetto non ha più di quattro ali.

§ 515. Nelle zampe notasi l'anca, composta di due articoli; la coscia, la gamba, ed una maniera di dito, detto il *tarso,* il quale risulta da un certo numero di articoletti mai maggiori di cinque, nè minori di due, e termina con delle unghie. Le varie forme che assumono corrispondono sempre alle costumanze dell'animale. Così quelli che hanno le zampe posteriori lunghissime (fig. 325), in generale, saltano

meglio che non camminino; nei ditischi, nelle notonecte (fig. 324), nei girini (fig. 326), i tarsi ordinariamente sono

Fig. 324. Notonecta. Fig. 325. Acridium. Fig. 326. Gyrinus.

compressi, ciliati ed architettati come remi; le specie che ponno camminare sospese su dei piani lisci portano sotto l' ultimo articolo un disco od una ventosa, mediante i quali stromenti aderiscono alle superficie che toccano. Talvolta le zampe anteriori assumono, allargandosi, le forme di quelle delle talpe, e come in esse servono a minare il terreno, il che può vedersi nel grillo-talpa (fig. 327), tanto spesso infesto agli

Fig. 327. *Grillo-talpa.*

orti ed ai campi. Altrove questi stessi membri anteriori diventano organi di prensione, perchè la gamba si foggia ad artigli, e fa gomito coll' articolo che la precede, il quale è armato di spini; tali si trovano nelle mantis, una specie delle quali (fig. 328) non è rara anche tra noi. Infine avviene

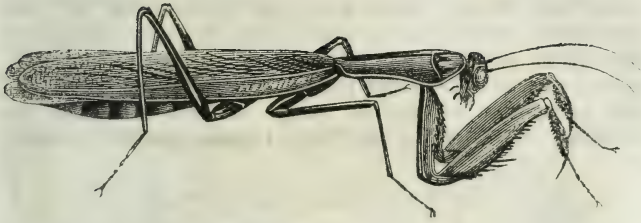



Fig. 328. Mantis religiosa.

specialmente in varie farfalle diurne (fig. 329), che le zampe anteriori rimaste rudimentali e tenendosi raccolte contro il petto, non servano più alla mozione, per il che pare anzi a tutta prima che manchino e l'animale abbia soli quattro piedi.

Fig. 329. Morpho.

§ 516. Le ali degli insetti sono delle appendici lamellose, composte di una doppia membrana, distesa da nervature interiori più robuste. Appena si svolgono sono molli e flosce, poi disseccandosi tosto diventano resistenti ed elastiche. In generale, se ne conta un doppio pajo, mai di più; però talvolta ne manca l'uno o l'altro; esse prendono sempre

origine dai due anelli posteriori del torace; variano facilmente nelle forme; quando servono specialmente al volo sono sottili, trasparenti o, come nelle farfalle, coperte da una minuta polvere colorata, cioè di squamette microscopiche; spesso quelle del primo pajo, divenute solide, rigide ed opache, mutansi in quegli scudetti od astucci che si dicono le *élitri* (*a*, fig. 330), i quali quando l'animale

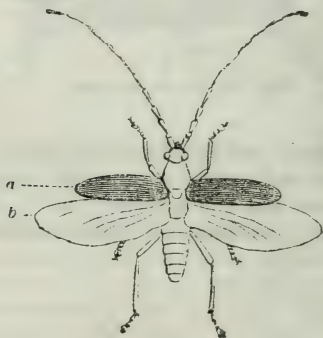



Fig. 330. Cerambix cerdo.

riposa coprono e proteggono le ali membranose sottostanti (*b*); altre volte queste stesse ali anteriori conservandosi membranose alla punta, più in basso si consolidano e si fanno opache, ond' è che allora si dicono semi-astucci od emelitri. Le ali di alcune specie, quali sarebbero quelle di un genere prossimo ai papilioni, e designato col nome di pterofora od orneode (fig. 331), anzi che essere intere scindonsi in mol-

Fig. 331. Orneodes.

tissime listarelle che hanno i lembi frangiati, ricordando così un ventaglio di penne. Infine quando mancano a luogo di esse si trovano due filamenti mobili, terminati a clava e che si dicono i *bilancieri* (fig. 332).

Fig. 332. Conops.

Fig. 333. Forficula.

§ 517. L'addome si compone di parecchi anelli mobili l'uno sull'altro; i quali il più spesso sono in numero di nove, talvolta anche meno; ciò che, a quanto pare, dipende dalla saldatura di due o più di essi. Questi negli insetti perfetti non portano mai nè ali nè zampe, invece gli altri situati in fondo al corpo hanno spesso delle appendici svariate e nelle forme e negli usi. Ora, come nelle efemere (fig. 358), sono semplici setole o stiletti, di cui non si saprebbe troppo bene spiegare gli ufizj; ora curvate ad uncini compongono una tanaglietta più o meno robusta, come può vedersi nelle forficole (fig. 333); altrove essendo architettate come una leva o come una molla servono all'animale per slanciarsi al salto; della quale struttura ci danno esempio i poduri (fig. 334), insetti

F'g. 334. Podurus

assai minuti che tra noi si appiattano all'umido ed all'oscuro sotto le pietre ed i vegetali guasti o si tengono sulle acque morte, ma si trovano anche fra le nevi delle regioni più fredde. Infine queste appendici complicandosi di molto forniscono in alcuni casi un' arma offensiva od uno stromento che l'animale adopera per deporre le uova là dove i piccoli ch' hanno a nascere abbiano a trovare le condizioni più opportune; citeremo come esempio l'aculeo retrattile delle vespe e delle api, ed il succhiello delle tentredini. Il primo si compone di un *dardo* formato da due acuti stiletti inguainati in un tubo corneo, ciascuno dei quali stili ha una scannellatura, lungo cui discende il succo velenoso emunto da apposita ghiandoletta. Quando l'animale sta tranquillo tiene tutto l' apparato dentro sè, ma all' atto di servirsene sfodera il dardo e lo ficca così profondo nella pelle del nemico che talvolta poi non può più ritirarlo ; allora l' aculeo si strappa e resta piantato nella ferita, e l' ape è presto costretta a morire. I maschi mancano sempre di simili armi, sicchè ponno maneggiarsi senza tema; invece esistono nelle femmine, e spesso anche negli individui neutri detti gli *operai;* e la ferita che fanno produce una infiammazione molto dolorosa.

Il succhiello nelle cicale, nei phœnus (fig. 335), negli icneumoni ed in altre specie ha forme molto analoghe; ed il più spesso vi si trova una seghetta con cui l'insetto incide i tessuti animali o vegetali dentro i quali vuol deporre le

Fig. 335. Phœnus.

uova. Così un piccolo insetto, il cynips, ferendo con quell'ordigno una specie di quercia del Levante, vi determina l'espansione dei sughi vegetali, che dà origine ad una escrescenza che porta nel centro le uova depostevi del cynips; le quali escrescenze, dette in commercio le noci di galla, sono molto ricercate per preparare l'inchiostro e le tinture nere.

§ 518. Gli insetti hanno i sensi molto acuti, e non v'ha dubbio che godano dell'udito, dell'olfatto, del tatto, del gusto e della vista; però sino ad ora non si trovò l'organo pel quale odorano, e in molti di essi neppure quello speciale dell'udito. Pare che i principali stromenti del tatto sieno le appendici della bocca e le antenne, le quali ultime servono fors'anche alla percezione dei suoni. Le nozioni che si hanno sui loro organi del gusto sono tuttora incompiute; invece quelli della vista furono studiati più attentamente.

Gli occhi degli insetti sono costrutti molto diversamente di quelli degli animali superiori, e se in generale il loro organo a tutta prima pare unico, considerato più attentamente risulta dall'accostamento di tanti piccoli occhietti, forniti ciascuno di una cornea, di un corpo vitreo coniforme, di un indumento di materia colorata, e di un filo nervoso speciale. Dei quali occhietti se ne contarono in una melolonta pressochè nove mila, in altre specie oltre a venticinque mila. Ogni cornea è di figura esagona, e ciascuna saldandosi alle vicine ne risulta una cornea comune che superficialmente ha l'aspetto di una rete, come è facile vedere col sussidio di una lente; quindi è che questi occhi si dicono *composti*, *reticolati* o *faccettati*. Del resto cadauno degli apparati costituenti gli occhi multipli è affatto distinto dagli altri, e tutti uniti compongono un fascio di tubi che terminano in un filo nervoso proveniente da quel rigonfiamento col quale termina il nervo ottico. Quasi tutti gli insetti hanno due di questi occhi composti, che per l'ordinario portano ai lati della testa, qualche volta però vi tengono luogo degli occhi *semplici*, ed alcune specie trovansi contemporaneamente munite degli uni e degli altri. La struttura degli occhi semplici, detti anche *stemmate* od *occelli*, ha molta analogia con quella dei diversi elementi degli occhi composti. Nella comune dei casi gli occhi semplici stanno, avvicinati in numero di tre, verso la sommità del capo; s'ignora ed il modo col quale agiscono sulla luce, ed il meccanismo della visione in questi animali.

§ 519. Molti insetti mandano suoni come gli animali superiori; non però, in generale, facendo vibrare l'aria negli apparati della respirazione, ma collo sfregare certe parti del corpo le une contro le altre, od imprimendo, col contrarre i muscoli, dei movimenti ad ordigni speciali. Lo stridore montono e nojoso delle cicale ha origine della alterna tensione e distensione d'una membrana elastica, disposta sulla base dell'addome come la pelle di un cimbalo; e lo stridore degli acridii dalla confricazione vibratissima delle loro ali, che sono costrutte in modo notevolissimo; pare però che il ronzío delle mosche dipenda da un processo diverso, cioè dal rapido sgorgare dell'aria a traverso le stigmati del torace, in conseguenza degli sforzi che l'animale fa per volare. Infine resta tuttora a studiarsi l'origine di una maniera di grido emesso da alcune specie e, per esempio, dalla *Sphinx atropos*, o testa di morto.

§ 520. Il sistema nervoso degli insetti offre la disposizione generale e quasi tutte le modificazioni che s'indicarono parlando della branca alla quale spettano (§ 509); e si compone principalmente di una doppia schiera di gangli, collegati da commissure longitudinali, e filiformi (fig. 336). Il numero di essi gangli corrisponde a quello degli anelli; e talvolta distanno egualmente l'uno dall'altro, altre volte parecchi si raccolgono in una massa unica. I gangli cefalici sono sviluppatissimi, e mandano i nervi alla bocca; le due commissure che abbracciano l'esofago, e gli uniscono ai cefalici, danno origine ciascuno ad un filetto nervoso che monta sullo stomaco e riunendosi al filetto opposto, costituisce, sopra il canale digerente, un nervo mediano, nel decorso del quale s'incontrano due ganglietti. I tre gangli susseguenti al primo pajo retro-esofageo spettano ai tre primi anelli del torace, e forniscono i nervi alle gambe ed alle ali; in generale sono molto raccostati e più grossi dei susseguenti od addominali.

§ 521. Gli insetti si nutrono di materie svariatissime, perchè taluni vivono del succhio che tirano dalle piante o dagli animali, altri di sostanze solide, e questi sono o carnivori o fitofagi; alle quali diversità corrispondono delle modificazioni notevoli nella struttura della bocca.

Fig. 336.

Negli insetti che sminuzzano i cibi, quali sarebbero i carabi, gli scarabei, le melolonte, le blatte (fig. 337), e le locuste, si nota, anteriormente alla bocca, un pezzo mediano, detto il *labro superiore* od il *labio* (*a*, fig. 338), il quale

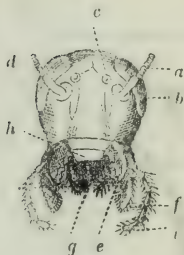



Fig. 337. *Testa di una Blatta vista di fronte* (1).

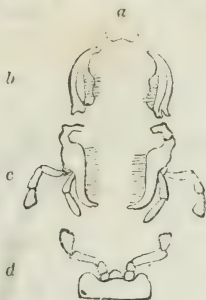



Fig. 338. *Appendici della bocca di un Carabo.*

porta ad ambo i lati un grosso dente mobile e durissimo, *le mandibole* (*b*, fig. 338), adatte ad intaccare quelle materie. Poi tosto dopo le mandibole stanno le *mascelle*, cioè un secondo pajo di appendici più complesse (*c*, fig. 338), da ognuna delle quali sporgono interiormente una lamina od un cilindro più o meno solido, che il più spesso è guernito di denticini o di peli, ed esteriormente uno o due piccoli steli snodati in parecchie articolazioni, ai quali steli si dà il nome di *palpi mascellari*. Infine, dietro le mascelle, trovasi un terzo pajo di appendici aventi alla base un pezzo corneo mediano detto il *mento* (*d*). Queste appendici costituiscono la *linguetta*, che s' addossa alle mascelle come le mascelle alle mandibole; inoltre può notarsi un par di filamenti articolati e mobili, detti i *palpi labiali*, perchè s' usa comprendere sotto nome di *labro inferiore*, il mento unitamente alla linguetta. Le forme poi di queste parti variano al variare della natura e consistenza degli alimenti. I palpi giovano più ch' altro a prendere quelle materie e tenerle salde fra le mandibole, mentre queste le sminuzzano.

(1) *a* Antenne; — *b* occhi composti; — *c* occelli; — *d* labro; — *e* mandibole; — *f* mascelle; — *g* linguetta; — *h* palpi labiali; — *i* palpi mascellari.

Le mascelle, cresciute talvolta a dismisura, danno origine, anteriormente alla testa, a quella enorme tanaglia che si trova, per esempio, nei cervi-volanti (fig. 339), e nelle altre specie del genere *Lucanus*.

Fig. 339. *Cervo-volante* (Lucanus).

§ 522. Le mascelle, oppure il labro degli insetti succhiatori, allungandosi di molto, compongono una proboscide tubulare, che spesso racchiude dei fili sottilissimi, i quali fanno l'ufizio di lancette, e non sono altro che le mandibole e le mascelle assottigliate per modo che riescono quasi impercettibili.

L'apparato della bocca delle api, delle antofore (fig. 340),

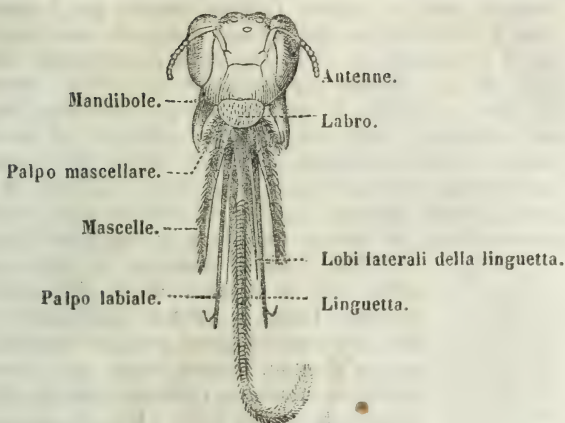



Fig. 340. *Testa di un'* Antophora.

dei bombi, e degli altri insetti che i naturalisti comprendono dall'ordine degli *imenotteri*, è in certo modo intermedio fra i due stati estremi ora descritti: perchè il labro superiore (*a*, fig. 341) e le mandibole (*b*) rassomigliano di molto

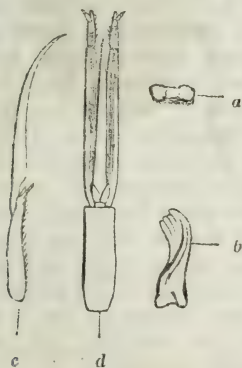



Fig. 341.

a quelle degli insetti che sminuzzano gli alimenti, mentrechè la linguetta e le mascelle (*c d*) s'allungano a dismisura, foggiandosi queste in un tubo che inguaina longitudinalmente i margini della prima, sì che tutti uniti danno origine ad una tromba adatta ad assorbire gli alimenti, che sono

sempre molli o liquidi. Codesta tromba poi è mobile alla base e flessibile in ogni punto, non però così disposta che possa avvolgersi su sè stessa, come la proboscide delle farfalle, di cui diremo tra poco. Le mandibole servono più ch'altro a tagliare le materie che gli imenotteri impiegano nell' edificare i nidi, od anche ad afferrare ed uccidere le vittime da cui succhiano gli umori. Infine deve notarsi che nell'interno del cavo della loro bocca esistono dei pezzi solidi, i quali mancano agli insetti sminuzzatori, e chiudono, come valvole, la faringe quando la deglutizione è sospesa.

Fig. 342 *Cimice boscajolo.*

§ 523. I cimici boscajoli, le afidi o pidocchi delle rose, e gli altri insetti dell' ordine degli *emitteri*, hanno l' apparato succhiante composto dei medesimi elementi, solo che disposti in modo un po' diverso. La loro bocca cioè è munita di un becco tubulare e cilindrico, diretto all'imbasso ed all'indietro (fig. 342), e fatto di una guaina che ha per entro quattro stili. La quale guaina (*a*, fig. 343) la sua volta risulta di quattro pezzi articolati l' uno in capo l' altro, e rappresenta il labro inferiore; alla base gli si nota un pezzo conico e lungo, analogo al labro; infine gli stiletti (*b*, *c*), che sono filiformi, sottili, irti e addentellati in punta, onde possano forare la pelle degli animali ed i vasi delle piante, corrispondono a mandibole ed a mascelle allungate fuor di misura. Negli emitteri, che vivono parassiti sugli animali, il becco è generalmente robusto, e si curva a mezzo-cerchio sotto la testa. Invece quello delle specie che si nutrono di succhi vegetali, è gracile, e, distendendosi lungo la regione inferiore del torace, nel mezzo delle zampe, talvolta oltrepassa l'estremità inferiore dell'addome.

La tromba delle mosche, che ora è molto contrattile, ora cornea ed allungata, rappresenta anch'essa il labro inferiore, spesso alla base porta dei palpi, in alto ha un solco longitudinale, e nell' interno da due a sei stili, corrispondenti per analogia alle mascelle, alle mandibole, ed alla linguetta degli insetti stritolatori. In alcune specie poi s'allunga moltissimo (fig. 344), in altre riesce appena visibile.

§ 524. Infine, quantunque le farfalle (fig. 346) si nutrano di sostanze liquide, siccome non adoperano a quest' uso se non quelle di una natura particolare, le quali stanno in fondo ai fiori, così non hanno bisogno di stromenti incisivi, e portano una proboscide lunga ma semplice (*b*, fig. 345), che s' avvolge in

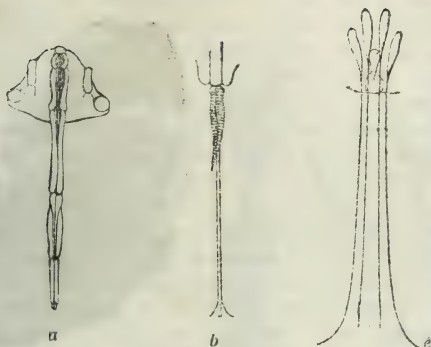



Fig. 343. *Apparato della bocca di un Emittero.*

spira, e consta di due fili internamente concavi; i quali non sono altro che le mascelle trasformate e lungamente protratte. A piè di quest' organo, ed anteriormente ad esso, si nota una membranella che rappresenta il labro, ed ai lati un tubercoletto, ultimo rudimento delle mandibole; nelle quali esistono tuttavia la vestigia dei palpi mascellari, che portano due grandissimi palpi labiali, a tre nodi, sempre velluti o squamosi (*d*).

§ 525. In generale il condotto alimentare è molto complesso. Talvolta si distende in linea retta e quasi ovunque dello stesso diametro, ma il più spesso fa delle inflessioni e successivamente si gonfia e si stringe. Nei quali casi (fig. 347) vi si ponno notare una faringe, un esofago, un primo stomaco od ingluvie, ed un secondo o ventriglio, che ha le pareti muscolose; poi dentro esso dei pezzi cornei atti a triturare

Fig. 344. Nemestrina longirostris.

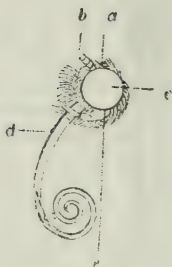



Fig. 345. *Tromba di un papilione* (1).

Fig. 346. Morphe helenor.

gli alimenti. Inoltre vi esiste un terzo stomaco di tessuto molle e dilicato, detto il *ventricolo chilifico*, ed infine un intestino tenue, un cieco, ed un retto, egualmente che negli animali superiori. I diversi gradi di sviluppo di questo apparato corrispondono alla natura degli alimenti proprj alle diverse specie; quindi negli insetti carnivori in generale è cortissimo, mentre in quelli che vivono di sostanze vegetali tocca ad una lunghezza notevole. Gli alimenti vi entrano sempre inzuppati di saliva, emunta da un certo numero di tubi sciolti, che talvolta terminano per l'un capo in otricelli, per l'altro s'aprono nella faringe col mezzo dei canali escretori. Pare che i moltissimi vasi che ordinariamente fanno velluto il ventricolo chilifico, dentro il quale si versa pure la bile, servano a spremere i sughi gastrici. Gli insetti mancano di un vero fegato, ma invece portano, fluttuanti nell'addome, dei tubi lunghi e gracili, i quali sono contemporaneamente vasi biliari e ghiandole orinarie, perchè si sa che dentr'essi si forma dell'acido ùrico. Questi per l'uno dei capi sboccano sempre nel ventricolo chilifico (*c*, fig. 347), ed hanno l'altra estremità ora libera, ora aderente all'intestino, sia verso la sua apertura anteriore, sia verso il retto. Infine presso il fondo del condotto intestinale s'incontrano altri organi secretori (*e*) che elaborano dei liquidi particolari, quali sa-

(1) *a* Testa; — *b* base delle antenne; — *c* occhio; — *d* tromba; — *e* palpi.

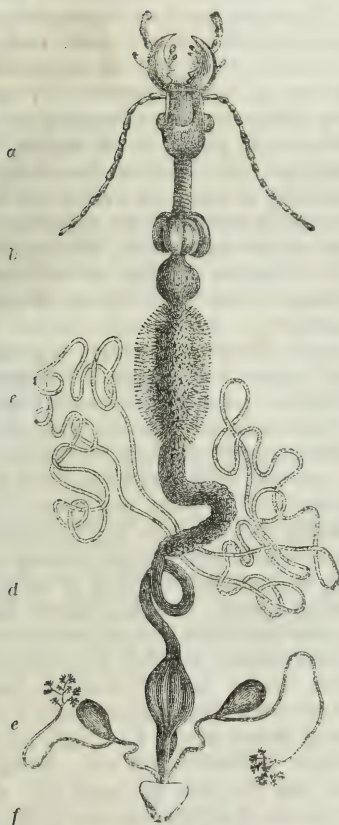



Fig. 347. *Apparato digerente* (1).

rebbero il veleno nelle api, od i succhi che parecchi insetti emettono posteriormente quando vengono irritati.

§ 526. Pare che il chilo, onde mischiarsi al sangue, passi

(1) *a* Testa colle antenne, le mandibole, ecc. ; — *b* ingluvie, ventriglio, e susseguente ventricolo chilifico ; — *c* vasi biliari ; — *d* intestino ; — *e* organi secretori ; — *f* ano.

a traverso le pareti del tubo digerente per solo effetto d'imbibizione. Il sangue poi è un liquido acqueo e scolorato, che non si trova raccolto dentro i soliti vasi, ma s' espande negli interstizj rimasi tra organo ed organo ed i vacuoli dei loro tessuti: quindi gli insetti mancano di una vera circolazione regolare. Quantunque in talune regioni del loro corpo si notino delle correnti più o meno rapide, non perciò il liquido nutriente percorre un ciclo compiuto, e tale da ritornare regolarmente al punto da dove si era dipartito. Infatti non si trovano che le vestigia di un apparato di circolazione (§ 112), cioè un tubo longitudinale, sovraposto all'intestino (fig. 318 e 319), e disteso dall'un capo all'altro del corpo, il quale si dilata e con moto alterno si contrae come il cuore dei mammiferi; e questo *vaso dorsale* non getta nessuna sorta di rami. Il liquido nutritivo vi penetra per alcune boccuccie laterali, guernite di valvole così disposte che impediscono possa refluirne; poi n'esce in punta verso la testa. Però il movimento del sangue non dipende tutto da esso organo, e di recente vennero scoperte in molti insetti altre valvole mobili che, pulsando, movono delle correnti molto rapide, nè certo si sarebbe aspettato di trovarle per entro le zampe.

§ 527. Il sangue fatto venoso per l'azione che esercitò sui tessuti organati non può dunque riossigenarsi e rivivificarsi mettendosi in contatto coll' aria in un punto dato; perchè, quand' anche questo contatto avesse luogo in sacchi polmonari, od alla superficie del corpo, esso non affluendovi regolarmente rimarrebbe sempre imperfetto. Ma le conseguenze di questa molta imperfezione in una funzione di tanta importanza sulla circolazione sono ovviate in modo che nel fatto non hanno luogo. La natura supplisce al trasporto del sangue diffondendo l'aria stessa ovunque pel corpo, mediante una congerie di canali che s'aprono all'esterno e si diramano indefinitivamente nella sostanza degli organi (fig. 47). I quali tubi aeriferi, designati, come lo si disse al § 133, col nome di *trachee*, sono costrutti in modo complesso, e d' ordinario si compongono di tre tonache, delle quali la media risulta di un filo cartilagineo ravvolto in spirale come l' elastico delle bretelle; essi poi ora sono semplici, ora, allargati di distanza in distanza in certe vescichette molli, all'aria forniscono altrettanti serbatoi (fig. 46). Le aperture per le quali le trachee comunicano coll'esterno vengono dette le *stimme*, ed in generale somigliano ad un occhiello, talvolta munito di due valvole che si aprono e si

chiudono come le imposte di una finestra; delle quali stimme d'ordinario se ne trova un pajo sulle regioni laterali e superiori di ciascun anello, eccezion fatta degli ultimi due che il più spesso ne mancano.

L'aria poi pare che in generale si rinnovi dentro questo apparato respiratore in conseguenza soltanto dei moti di contrazione e dilatazione dell'addome; già altrove ci avvenne di mostrare quanto attivamente talvolta respirino alcuni di questi animaletti, i quali, in relazione alla loro minutezza, consumano sempre una grandissima quantità d'ossigeno, quindi presto cadano asfittici appena vengano privati d'aria; ma ponno durare molto tempo in quello stato di morte apparente, e si vedono rivivere quando non se ne avrebbe più speranza.

§ 528. In generale svolgono pochissimo calore; però alcune specie trovandosi in date circostanze ne producono quanto basta per alzare sensibilmente la temperatura delle loro abitazioni. Il che può vedersi, per esempio, nelle api allorchè si agitano di molto dentro gli alveari; nei quali casi respirano con molta attività (1).

(1) In questo argomento devono ricordarsi gli sperimenti fatti già da qualche tempo dall'illustre chimico il signor John Davy, e più di recente dai signori Newport e Becquerel; i primi col soccorso del semplice termometro, l'ultimo con un suo dilicatissimo apparato che disse termo-elettrico. Ricopiando qui quella parte della « *Tavola della temperatura dei diversi animali* » redatta da Davy, la quale riguarda gli invertebrati crediamo opportuno dare tutte unite le specie in essa comprese, quantunque spettino a classi diverse, onde non predere i vantaggi di una facile ed utile comparazione.

	TEMPERATURA	
	dell'animale ;	*dell'ambiente.*
Insetti.		
Scarabeo . . . gr. cent.	+ 25° 0.	+ 24° 3.
Lucciola	23. 3.	22. 8.
Blatta orientale	23. 9.	28. 3.
»	23. 9.	23. 3.
Grillo	22. 5.	16. 7.
Vespa	24. 4.	23. 9.
Miriapodi.		
Julo . . . . ,	26. 8.	26. 6.
Arácnidi.		
Scorpione	25, 5.	26. 1.
Crostacei.		
Gambero comune	26. 1.	26. 7.
Granchio	22. 2.	22. 2.
Molluschi.		
Lumaca nuda	24. 6.	27. 8.
Ostrica	27. 8.	27. 8.

§ 529. Un altro fenomeno curiosissimo, ma tuttora inesplicabile, è quella facoltà che hanno alcuni insetti di emettere la luce. Tutti conoscono le lampiridi, ossia le *lucciole*, tra le quali i naturalisti registrano un certo numero di specie europee. Il maschio di una delle più diffuse è alato e non luminoso (fig. 348), invece la femmina (fig. 349), ch'è priva d'ali, e nelle notti d'estate s'incontra di frequente sui cespugli, diffonde una luce fosforica molto viva. Gli individui di un' altra specie che vive tra noi, e quasi ovunque in Italia, sono tutti alati e luminosi; quello sfavillamento poi è più che altrove notevole in certi *elater* delle regioni calde d'America, i quali volteggiando fra le tenebre vi sfoggiano una magnifica luminara naturale; spesso le donne di quei paesi usano ornarsene il capo, e si dice che gli Indiani gli adoperino per farsi lume nei loro viaggi notturni. La luce delle lampiridi emana da certe macchie poste sugli ultimi due o tre anelli dell'addome, e quella degli elater da organi analoghi che giacciono sul prototorace o corsetto. Pare che l'insetto possa variarne l'intensità a piacimento, e che il fenomeno continui per qualche tempo anche dopo che l'animale fu posto in un gas irrespirabile, o nel vuoto: invece si estingue tosto che lo si immerga nell' acqua fredda (1).

Questa tavola si trova inserita anche nel « *Traité de physique considéré dans ses rapports avec . . . les sciences naturelles* » del prof. Becquerel (1844), dove è accompagnata da diligenti e preziosi commenti sul modo tenuto nel costituire simili indagini, sui fenomeni offerti dalle specie sperimentate secondo i diversi loro stadj di vita, ecc. L'autore vi è condotto a concludere che la causa precipua del calore animale sta nei cambiamenti chimici prodotti dall'aria nel processo della respirazione, il sistema nervoso non avendo in questo fenomeno che un'azione secondaria: conclusione appoggiata principalmente dall'osservazione seguente di Newport. In un alveare, la temperatura del coperchio in cera essendo ad otto ore e mezzo di 25° 40, e quella dell'atmosfera di 22° 5, l'interno del favo tra le cellole delle api nutrici segnava 31° 77; una mezz'ora più tardi 32° 33; a dodici ore, poichè le nutrici s'erano sviluppate, 29° 44; e si noti che in questo momento l'atmosfera segnava non oltre 21° 22. Quel trattato di fisica poi merita venga spesso consultato dai zoologi anche per altre parecchie questioni di fisica organica.

(*Nota all' edizione italiana.*)

(1) Crediamo far cosa grata ai giovani nostri lettori italiani, famigliari a questo splendido spettacolo di fosforescenza, il soggiungere alcuni particolari tolti dagli studj che fece sulle lucciole il prof. Macaire di Ginevra.

Essi sanno che questo fenomeno comincia verso il tramonto dei giorni più soleggiati e più caldi. Siccome se si tengano delle lampiridi all'oscuro dentro una scatola, per esempio, e per tutta una giornata, queste la sera non splendono, così si sarebbe indotti a credere necessaria l'influenza della

§ 530. Gli insetti hanno i sessi sempre distinti, anzi talvolta, come ebbimo a vederlo or ora parlando delle lampiridi (fig. 348 e 349), v'ha molta differenza tra il maschio e la

Fig. 348. Lampyris noctiluca (*il maschio*).

Fig. 349. *la femmina.*

femmina. Quasi tutti generano uova, ed i vivipari sono pochissimi. Spesso la femmina porta in fondo al corpo un aculeo, un succhiello, od altri simili arnesi atti ad aprire dei fori nelle materie in cui vuol deporre le uova, che guidata da un estinto mirabile colloca sempre là dove la prole nascitura troverà i necessarj alimenti, anche quando dovranno essere di natura diversa da quelli di cui essa si nutre.

In gioventù mutano ripetutamente la pelle, ripetendo un fenomeno analogo a quello che abbiamo già notato nei batraci. Quando escono dall'uovo il più spesso non somi-

luce solare, quando però la causa di quella deficienza non la si debba attribuire al mal essere che provano conseguente dalle sturbate abitudini.

Una lucciola vivente, ma oscura, messa in acqua che si vada lentamente scaldando, s'agita a 14°, a 17° comincia a splendere, a 41 è molto brillante, poi muore, ma resta fosforescente sino a 57°. Lo stesso avviene gettandola nell'acqua a 45° o 50°, sia che vivente, sia che morta, non però disseccata. Al di sotto dei 12° la luce è soppressa, ma riappare coll'alzarsi della temperatura. Decapitando una lucciola la fosforescenza cessa per riapparire poco dopo. Come si disse furono fatte molti esperimenti nel vuoto e con diversi processi elettrici, e dentro parecchi gas.

La materia fosforescente poi è giallo-biancastra, semi-trasparente, ed al microscopio la si vede composta di fibrille di un tessuto ramoso, intricatissimo. Sottoposta sola a qualcuno dei processi sopraindicati, la si vide splendere sempre più sino a 41°, indi scemare di luce, ed arrossare; a 51° si spegne. Nei gas, ecc., si comporta come le lucciole viventi.

Tutto persuade, secondo Becquerel nel Trattato ch'ebbimo ad indicare poco sopra annotando il fenomeno del calore di alcuni invertebrati, che i fenomeni luminosi delle lucciole, e probabilmente degli altri insetti, vanno compresi nella classe dei fenomeni di fosforescenza spontanea, e devonsi ritenere come dipendenti da una azione chimica, dominata però dalla volontà. (*Nota all' edizione italiana.*)

gliano per nulla ai genitori, dei quali però vestiranno più tardi le forme e dopo essere passati per stadj intermedj così diversi che a tutta ragione vennero detti di *metamorfosi*.

Questi stadj in generale sono tre, e si distinguono coi nomi di *stadio di larva* (fig. 350), stadio di *ninfa* o *crisalide* (fig. 351), e stadio *adulto*, ch' è l' ultimo o di perfezione (fig. 352); ma queste mutazioni riescono diverse nelle diverse specie, perchè ora l' animale si sfigura siffattamente che non può più essere riconosciuto, altre volte non fa che svolgere le ali; quindi è che le *metamorfosi* si distinguono in *compiute* e *semicompiute*.

§ 531. Quando gli insetti sottoposti a metamorfosi compiute escono dall'uovo, cioè, quando si trovano nello stadio di larva (fig. 350), sono sempre più o meno vermiformi, avendo il

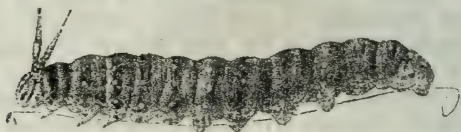



Fig. 350. *Larva del* Papilio machaon.

corpo lungo, quasi tutto molle, e diviso in anelli mobili, che normalmente sono in numero di tredici; ora mancano affatto delle zampe, ora ne vanno fornite, ma queste sono anch' esse svariate in quanto al numero, e sempre costrutte in modo ben diverso da quelle che l' animale avrà quando sarà fatto adulto. Allorchè gli occhi esistono il più spesso sono semplici, talvolta però mancano affatto; infine, quale pur sia la forma che dovranno assumere dappoi, hanno sempre la bocca armata di mandibole e di mascelle, i quali primi organi talora non servono soltanto a prendere gli alimenti, ma inoltre concorrono alla locomozione. Le larve poi variano nelle forme, e si dicono ora *bachi*, ora *bruchi*, *eruche* o *vermi*.

Dopo aver così vissuto per più o meno di tempo, e subite parecchie *mute*, sott' essa la sua pelle, cominciano a formarsi le ali, e l' insetto si cambia in *ninfa* o *crisalide*, sta-

dio singolarissimo nel quale l'animale sta immobile e non prende nessun nutrimento. La pelle di cui si spogliò, ora gli forma, essiccandosi, una maniera di guscio, dentro cui passa quel periodo di vita; altre volte si trova ravvolto, come un bambino nelle fasce, in un tegumento tenuissimo, che gli s'informa sul corpo.

Prima di subire questa metamorfosi la larva o cerca, o si prepara un asilo, o si chiude in un bozzolo che tesse colla seta che segrega dalle ghiandole salivali, e fila cogli organi appositamente preposti a questo uficio, i quali perciò sono detti le *filiere*, e porta escavati nelle labbra. Altre volte si sospende con quegli stessi fili (fig. 351), o s'intana in qualche

Fig. 351. *Crisalide del* Papilio macaon.

buco. Mentre esternamente pare che la crisalide stia in perfetta inazione avviene dentr' essa un lavoro organico attivissimo, pel quale tutto l'organismo si compone a nuove forme e più perfette. Le sue parti interne si rammolliscono, e a poco a

Fig. 352. *Farfalla, dello stesso*

poco assumono le forme che d' allora in poi dovranno mantenere permanentemente; quando i varj organi proprj all'animale adulto giunsero a compimento, e quell'evoluzione toccò al suo termine, la maschera esteriore scoppia, l'animale spiega le ali, che dapprima flacide presto si fanno consistenti, e risulta *perfetto.*

§ 532. Cercheremo un altro esempio di metamorfosi compiuta nel *Bombix mori*, perchè la sua larva, ossia il *baco da seta*, ci fornisce una industria agricola di altissima importanza (1). Originario delle provincie settentrionali della China, fu introdotto in Europa nel secolo VI, da alcuni missionari greci che ne portarono le uova a Costantinopoli sotto il regno di Giustiniano; poi colle prime crociate venne diffuso per la Sicilia, e nel restante d' Italia, indi negli altri paesi.

Le uova del *Bombix mori*, o, come si dicono, le sue *sementi*, quando sono ben asciutte tirano al grigio-cenericcio, e ponno conservarsi senza danno per qualche tempo. Perchè ne avvenga l'incubazione, richiedono almeno da 15 a 16 gradi di calore (termometro centigrado), e rimasti per otto a dieci giorni ad una temperatura sempre un po' crescente imbiancano; dopo di che se ne schiudono le larve. Queste nascendo misurano circa una linea ed un quarto di lunghezza; hanno il corpo vermiforme, cilindrico, anellato, raso, ed il più spesso grigio; anteriormente vi si nota la testa, costituita da due calotte dure e cornee, sulle quali ponno distinguersi certi punticini neri, che sono gli occhi; la bocca s'apre nella parte anteriore di quella regione, ed è munita di forti mascelle; i primi tre anelli che tengono dietro al capo, e corrispondono al torace, hanno ciascuno un pajo di zampe cornee; infine l'addome è molto grande, e sui due

(1) Per dare un' idea dell' importanza che ha tra noi questa industria ci basterà lo indicare che i bozzoli prodotti nel triennio 1841-43, nel Regno Lombardo-Veneto (e la media di quel triennio può rappresentarci la produzione normale), si calcolarono in quintali metrici: 107,276; 96,953; 86,053; alla cifra del qual triennio la provincia di Milano contribuiva per q. metrici 14.751; 13.593; 10,872. Ritenuto anche solo di franchi 400, il valore del quintale metrico, cioè meno del prezzo di questi ultimi anni, il prodotto medio sarebbe risultato all' incirca di 38 milioni di franchi pel Regno, e di 5 milioni per la sola provincia milanese. La seta poi, sia direttamente prodotta in paese, sia tratta quivi dai luoghi circonvicini, fornisce a molte industrie, e principalmente a quella della filatura; ed il valore dell' esportazione che se ne fa annualmente dalla Lombardia, viene valutato ad oltre 140 milioni di franchi. (*Nota all' edizione italiana.*)

primi segmenti porta delle zampe, indi più all' indietro cinque paja di tubercoli o bitorzoli carnosi che servono anch' essi alla locomozione.

I bachi da seta diconsi anche *bigatti*, e *bigattaje* i locali in cui si allevano; appena nati devono essere sbarazzati dai gusci rimasti, e posti su dei graticci, dove si fornisce loro la pastura richiesta. Al che dai più diligenti coltivatori si procede coprendo le uova con dei fogli di carta bucherellati, sui quali si pongono dei rampolli di gelso, onde quei delicati animaletti si spargano per le foglioline. Siccome il gelso è l' unico alimento dei bachi da seta (fig. 353), così la sua

Fig. 353. *Baco da seta* (Bombix mori).

coltura riesce di prima importanza nel loro allevamento; più comunemente si usa il *morus alba*, albero che giungerebbe anche tra noi a grandi dimensioni se, per ottenere la massima rendita di foglia da un terreno, dato in un dato tempo, non lo si sottoponesse ad un particolare sistema di taglio; questo vegetale s' accomoda facilmente ai diversi terreni, e prospera anche nell' Europa settentrionale, ma non si trova selvaggio in nessun luogo di questa parte del mondo; essendo, come s' è detto, originario della China. Introdotto in Europa in uno coi bachi da seta verso la metà del secolo VI, presto venne diffuso nel Peloponneso, alle quali provincie greche mutò anzi il nome in quello di *Morea*. Da quivi

i gelsi ed i bigatti passarono in Sicilia per cura del re Rogero; poi vennero rapidamente estesi nelle Calabrie. Furono introdotti in Lombardia sulla fine del 1400 da Lodovico Sforza, perciò stesso, secondo l'opinione di alcuni, sopradetto il *Moro*. Presso Milano, alla Sforzesca si mostra tuttora un antichissimo gelso che si vorrebbe piantato in quei tempi, come già, sono trent'anni, si additava ad Allan presso Montélimart, uno di quelli che vi portò da Napoli Guy Pope di Saint-Auban, signore di Allan e compagno di Carlo VIII nella discesa che fece in Italia nel 1494; la Provenza ed il Delfinato devono la loro ricchezza serica a quella furiosa scorrería.

I bachi da seta vivono sotto forma di larva da trenta giorni all'incirca, nel qual tempo mutano quattro volte la pelle o, come s'usa dire, fanno quattro *levate*. Poco prima di cadauna muta intorpidiscono e cessano di mangiare; ma subito levati raddoppiano l'appetito, e si dice *furia* il gran mangiare che fanno nella quinta età. La misura del cibo che consumano cresce rapidamente. Per l'ordinario i bachi nati da un'oncia di semente avanti di giungere alla prima levata, cioè nello spazio di cinque giorni, richiedono circa sette libbre di foglie; ventuna avanti la seconda, ed in soli quattro giorni; nella terza età, o in sette giorni, settanta; duecento dieci nella quarta, che dura come l'antecedente; e dopo la quarta levata da 1200 a 1300. Il sesto giorno dopo quella muta entrano nella furia, ed allora divorano da due a trecento libbre di foglia con un fruscío così forte che imita quello di una pioggia dirotta. Il decimo giorno cessano dal mangiare, e si preparano alla prima metamorfosi, sbandandosi ed arrampicando sul bosco, cioè pei fascinetti predisposti verticalmente alle sponde, ed emettendo per la bocca una bava setosa che si tirano dietro. Presto si fissano e si circondano di moltissimi filamenti sottili detti la *strusa*, in mezzo ai quali filano il bozzolo, che tessono girando continuamente su sè stessi in ogni verso, e raggirando così intorno a sè il filo emesso dalla filiera, organo particolare che traversa, come si è detto, il loro labro. La seta vien segregata da ghiandole molto analoghe alle salivali degli altri animali, e consta di una materia molle ed appiccaticcia, che si consolida a contatto coll'aria. Quindi avviene che i diversi giri di quell'unico filo, aderendo l'un l'altro, danno origine ad un tessuto compatto di forma ovata: questa materia può

essere diversamente colorata, cioè ora pagliarina, ora candidissima, ora ranciata, secondo la varietà della specie dei bombici; la lunghezza di un filo talvolta oltrepassa i trecento metri, ma spesso varia in questa condizione come varia anche nel peso. Quantunque un' oncia di semente possa dare sino a trecento libbre di bozzoli, i coltivatori ne calcolano il prodotto dalle settanta alle ottanta.

In generale i bigatti compiono il bozzolo in tre o quattro giorni e mezzo, trascorsi i quali se se ne spara qualcuno, e si trova che l'animale ha assunte delle forme ben diverse dalle antecedenti (fig. 355); cioè è bruno, ha la pelle simile a del cuojo vecchio, e disegna un ovale un po' acuto all'imbasso. Non ci si trovano più nè capo, nè mascelle; posteriormente finisce con alcuni anelli mobili, ed all'innanzi vi si può notare una fascia obliqua, prima traccia delle ali di cui sarà fornito l'animale perfetto. La durata di questo stadio dipende dalla temperatura, la quale, se è di 15 o 18 gradi, continua per 18 a 20 giorni. Vestite le ultime forme esce dal bozzolo umettandone un capo con un liquore particolare che sgorga per la bocca, poi spingendo colla testa la parete così rammollita. Egli si presenta come una farfalla ad ali bianchicce (fig. 354); la bocca invece di essere

Fig. 354. *Farfalla del* Bombix mori.

Fig. 355. *Sua crisalide.*

armata di mascelle, come nella prima età, protende in una proboscide che s' avvolge in spira; le zampe sono gracili e lunghe; internamente poi non differisce dalla larva meno di quello che ne sia diverso al di fuori. Le farfalle si cercano e si accoppiano quasi subito nate, poi tosto dopo le femmine depongono le uova; una sola ne da più di

cinquecento, infine muojono dopo dieci o venti giorni all' incirca.

§ 533. Le api, di cui abbiamo già parlato al § 532, subiscono delle mutazioni anche maggiori, perchè nello stadio di larva mancano affatto di zampe, e somigliano a vermiciattoli; lo stesso dicasi delle mosche, delle zanzare, e d'altri moltissimi insetti, e la verminazione dei cadaveri è dovuta alle larve di una mosca (la mosca *cœsar* o mosca d'oro), alle quali in Francia si dà il nome proprio di *asticots*, e che ivi pure si allevano con apposita industria per spedirle confezionate nei paesi del settentrione ed in America, dove servono come esca in alcune pesche. Le zanzare, che la sera volano in falangi numerose, e ci molestano colle loro punture avvelenate, quando trovansi allo stato di larve vivono nell'acqua in forma di vermi, cioè prive di zampe, ed hanno l'addome che termina con alcune setole e certe appendici raggiate (fig. 356). Infine, dal loro penultimo anello si parte un lungo tubo (t) che serve all'animale per attingere nell'atmosfera l'aria di cui abbisogna. Per il che di tanto in tanto, ed a brevi intervalli, si vedono sospendersi, diremmo, capovolti a pelo d'acqua. La ninfa sèguita a vivere ed a muoversi nell'acqua, ma respira per due tubi che porta sul torace, e galleggia alla superficie del liquido; compiute quelle metamorfosi, l'insetto che ne esce perfetto (fig. 357),

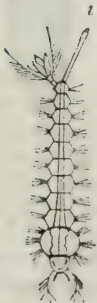



Fig. 356. *Larva di una zanzara.*

Fig. 357. *Zanzara ingrandita* (Culex pipiens).

si tiene sulle spoglie di ninfa come su un battelletto, sino a che le sue lunghissime gambe e le ali non abbiamo presa tutta la forza necessaria a farlo camminare e nuotare; in caso diverso sommergendosi annegherebbe, ciò che spesso in fatti avviene quando un po' di vento rovescia quelle fragili zattere.

§ 534. Gli insetti a *metamorfosi incompiute* prima di farsi perfetti passano anch'essi per gli stadj di larva e di ninfa; ma la larva differisce dall'animale perfetto soltanto per la mancanza delle ali, e la ninfa per lo crescimento di essi organi, i quali prima stanno nascosti e ripiegati sotto la pelle, poi si fanno sciolti, ma non toccano al maggiore sviluppo se non coll'ultima muta.

Citeremo come esempi di simili metamorfosi quelle delle locuste e delle efemere (fig. 358), le quali ultime presen-

Fig. 358. Ephemera.

tano un particolare notevole; d'ordinario gli insetti mutano le pelle per l'ultima volta quando dallo stadio di ninfa passano a quello di perfezione; le efemere invece, quantunque non vivano che poche ore nelle forme ultime, per giungere a vero compimento devono subire una nuova muta. La larva dell' efemera vive nelle acque, e differisce dagli adulti solo perchè ha le zampe più corte, perchè manca d'ali, e porta ad ambo i lati dell'addome delle schiere di lamelle o foglioline che adopera per respirare e nuotare. La ninfa poi (fig. 359) è diversa della larva, essendo munita degli astucci dentro cui stanno racchiuse le ali. Giunto il momento che questi organi hanno a svilupparsi, l'insetto esce dall'acqua

Fig. 359.

e dopo aver volteggiato per alcuni minuti si posa su qualche oggetto posto in alto, dove si agita violentemente per strapparsi da dosso la membrana tegumentale; e solo dopo ciò le gambe acquistano la lunghezza che devono avere, ed il corpo si adorna de' colori naturali.

§ 535. Alcuni insetti quantunque in gioventù subiscano delle mutazioni notevoli, pure non passano per tutta la serie delle metamorfosi testè descritte, e pare che manchino d'ali per essersi, a così dire, arrestati in quella via. Tale è il caso delle pulci che sbucciano dall'uovo sotto forma di vermicciuoli bianchi, apodi, molto vispi, che usano avvolgersi in cerchio od in spirale; poi presto si tingono in rosso-bruno, e dopo una dozzina di giorni si chiudono in un bozzoletto sericeo minutissimo, dentro il quale si trasformano in ninfe. Se il tempo è caldo in dodici giorni circa escono, fatti adulti, da quell' involucro.

§ 536. Infine altri insetti non subiscono metamorfosi di sorta nascendo con tutti gli organi che devono costantemente avere, come può vedersi nei pidocchi e nei *podurus* (fig 354) già prima menzionati; ma soli gli apteri ci forniscono di simili esempi.

§ 537. Gli insetti non sono meno notevoli per le abitudini che hanno e per gli istinti di cui si trovano dotati, e chiunque si ponga ad osservare le arti che adoperano per procurarsi il cibo od eludere i nemici, e l'industria delle loro opere, non può a meno di provare grandissima meraviglia vedendo come si raccolgono in numerose società per supplire alla pochezza individuale, come si ajutano vicendevolmente, come si dividono gli incarichi richiesti dal ben essere comune, come sappiano provedere ai bisogni, anzi scegliere una condotta congrua anche ad avvenienze fortuite. Sorprende il vedere come esseri così minuti e che a tutta prima giudicheremmo imperfettissimi abbiano degli istinti tanto svariati e potenti, e possano formare delle combinazioni tanto ingegnose che quasi parrebbero il risultato di un ragionamento. Ma se volessimo citare esempj di questi fenomeni entreremmo in troppo largo impegno, al quale d'altronde si oppongono i confini imposti a questo corso. Per il che rimandiamo i lettori a quanto si disse dove si par-

lava in modo generale delle azioni degli animali (dal § 517 al 539).

§ 538. **Classazione degli insetti.** — Riassumendo in breve le maggiori differenze esistenti fra gli insetti, vedremo che queste concordano più ch'altro colla struttura degli organi della bocca, dalla quale struttura dipende il diverso regime delle specie; dalla disposizione di quelli della mozione aerea, ch'è uno dei maggiori caratteri della classe; infine, dalla natura delle metamorfosi che subiscono in gioventù. Ora, in conseguenza di quanto dissimo discorrendo dell' essenza delle classazioni naturali, è chiaro che il zoologo cercherà le basi della distribuzione metodica di codesti animali nelle forme diverse della loro bocca e delle loro ali; e nel diverso modo con cui si svolgono. Infatti, essendosi proceduto per quella via, risultarono divisi negli ordini dei *coleotteri, ortotteri, neurotteri, imenotteri, lepidotteri, emitteri, ripitteri, ditteri parassiti* e *tisanuri.*

§ 539. I COLEOTTERI (I); da χολεὸς astuccio e πτερον ala; egualmente degli ortotteri e dei neurotteri, sono fatti per nutrirsi di sostanze solide, tanto animali come vegetali, e quindi hanno delle mandibole e delle mascelle adatte a frantumare gli alimenti (fig. 337). Portano due paja d'ali, ma le superiori, dette le *elitri* (fig. 330), riescono male adatte al volo essendo due astucci duri e cornei; invece quelle del secondo pajo sono membranose, trasparenti e così lunghe che non potrebbero mettersi al coperto sotto le elitri se non si piegassero in traverso; talvolta però quest'ultime mancano, come, per esempio, nei punteruoli (*Calandra granaria*), peste de'granai, e facili a riconoscersi per la molta lunghezza della testa fatta a guisa di rostro. In questi casi l'insetto è naturalmente inetto al volo.

I coleotteri vanno tutti soggetti a metamorfosi compiute; le larve di essi sono vermiformi, ed hanno la testa cornea, il corpo quasi sempre molle (fig. 360), la bocca architettata anche

Fig. 360. *Larva di una* Melolonta.

in quel primo stadio come dovrà trovarsi nell'insetto perfetto, ed il capo non sempre munito di occelli; ciascuno dei tre anelli susseguenti alla testa porta il più spesso un pajo di zampe, ma per l'ordinario cortissime ; e di frequente se ne incontra un altro pajo sull'ultimo segmento dell'addome, le quali si dicono le false zampe. La ninfa è inerte, non mangia, e si trova involta dentro una pelle membranosa che s'informa sulle parti sottostanti e le lascia travedere.

Quasi tutti i coleotteri si distinguono per la solidità dei tegumenti, e per essere fregiati di vistosi colori; gli uni, come, per esempio, i carabi, sono carnivori (fig. 96), altri erbivori come le melolonte. Il loro numero è strabocchevolmente grande, registrandosene ne' cataloghi oltre a trenta mila specie; ma noi ci limiteremo a citare cogli scarabei una specie famosa per la venerazione in che fu tenuta dagli antichi Egizj (fig. 363); le cantaridi o cantarelle (fig. 361), che trovansi sui frassini

Fig. 361. *Cantaride* (Lytta vescicatoria) *ingrandita.*

e sui lillac, tanto fra noi che nella Francia meridionale, ed in Spagna, e forniscono alla farmacia un energico vescicante; le calandre, o punteroli, infestissime ai granai; gli anobj (fig. 362) ed i limexylon che allo stato di larva minano i legni delle vecchie masserizie e delle impellicciature; i dermesti (fig. 364), i quali in quello stesso stadio rodendo le spoglie d'altri animali manomettono le pellicce e le collezioni zoologiche; infine le coccinelle, le cicindele, i carabi (fig. 6), ecc.

Fig. 362. Anobium.

Fig. 363. *Scarabeo degli Egiziani* (Atheucus).

Fig. 364. Dermeste lardarius.

§ 540. Gli ORTOTTERI (II); da ὀρθὸς dritto e πτέρα; somigliano ai precedenti in quanto alla disposizione generale degli organi masticatori, ed al numero ed alla consistenza delle ali, ma sono diversi pel modo con cui raccolgono il pajo inferiore di questi organi, e per la natura delle loro metamorfosi. In fatti hanno le elitri meno rigide dai coleot-

Fig. 365. *Locusta.*

teri, e quando riposano non piegano in traverso le ali membranose (fig. 365), ma solo longitudinalmente come un ventaglio. Le metamorfosi che subiscono sono incompiute, perchè la larva e la crisalide, meno per l'assenza delle ali, somigliano

Fig. 366. Blapta.

in tutto all'insetto perfetto. Infine sono tutti terrestri e notevoli per la molta lunghezza del corpo e lo sviluppo delle zampe posteriori; condizioni per le quali riescono energici saltatori.

Fig. 367. *Grillo domestico*.

Basterebbe ricordare le locuste (fig. 365) e gli acridi (fig. 325), per dar un'idea dei tipi dei due gruppi principali, ma noi citeremo altresì le mantis (fig. 328), le phyllia (fig. 368), i grilli (fig. 367), e le forficole (fig. 333).

Fig. 368. Phyllia.

§ 541. I NEUROTTERI (III), od *ali-nervati*, si distinguono dagli altri masticatori per avere tutte e quattro le ali membranacee trasparenti, sottilissime, reticolate per un denso intreccio di nervature, quindi tutte adatte al volo. Il loro corpo in generale è molle e lunghissimo; in fine le metamorfosi di certuni sono compiute, quelle di altri semi-perfette. Si comprendono in quest'ordine le libellule (fig. 369),

Fig. 369. Libellula indica.

gli agrion (fig. 145), le efemere (fig. 358), i formicaleoni (fig. 370, dei quali vedesi la larva a fig. 96), le tèrmiti, le friganee, ecc.

Fig. 370. *Formicaleone comune.*

§ 342. Gli IMENOTTERI (IV), od *ali-membranati*, accennano in certo modo ad una transizione tra gli insetti masticatori e quelli che succhiano, perchè portano delle mandibole che sono simili a quelle delle prime specie, ma però

non adoperano per mangiare, vivendo dei succhi che sorbiscono con una tromba molle e pieghevole, e composta delle mascelle e della linguetta straordinariamente allungate (fig. 341). Essi hanno quattro ali trasparenti e membranose come quelle dei neurotteri, solo che invece d'essere reticolate come un merletto sono spartite mediante poche ma forti nervature in un certo numero di grandi cellole; e quando l'animale riposa incrocia quegli organi orizzontalmente sul dorso. I loro tegumenti sono poco solidi, e le femmine portano in fondo al corpo un succhiello od un aculeo.

Fig. 371. Bombus.

La metamorfosi degli imenotteri sono compiute; essendochè le larve nascono simili a vermiciattoli, talvolta interamente privi di zampe, altre volte con sei piedi fatti ad uncino, o da dodici a sedici paja membranosi, somigliando così ad un bruco; sia poi nell'un caso come nell'altro, hanno la testa cornea, e munita di mandibole, di mascelle e di un labro, in cima al quale esiste una trafila; infine si tessono un bozzolo con della materia serica. Il loro regime è svariatissimo. Certune non ponno bastare a sè stesse, e sono allevate in comune da individui sterili viventi in società, come si è detto parlando delle api (§ 332). La ninfa resta immobile e digiuna. Infine, fatti adulti, questi insetti vivono quasi tutti sui fiori, e muojono dentro l'anno che gli ha visti nascere.

Nell'ordine degli imenotteri si comprendono le formiche, le api (fig. 111), le vespe, e quasi tutti gli insetti più notevoli per gli istinti. Inoltre vi si allogano i bombi (fig. 371), i xilocopa (fig. 103), le tentredini, i sireci (fig. 372), gli icneumoni, le cynips, ecc.

Fig. 372. Sirex gigas.

§ 543. L'ordine dei **LEPIDOTTERI**; da λεπίδος squama e πτερον (V); consta di insetti, i quali hanno la bocca così architettata che ponno soltanto aspirare i sughi raccolti sulle piante, e quattro ali membranose simili a quelle dei gruppi precedenti, ma però opache e screziate in mille modi mediante una polvere squamosa che aderisce alla loro superficie. La bocca, come si è detto, risulta da una lunga proboscide facile ad essere ravvolta in spira. I lepidotteri subiscono metamorfosi compiute, e le loro larve, conosciute col nome di bachi (fig. 318, e 377, *4b*), hanno delle zampe poste in cima ed in fondo al corpo, e vivono il più spesso sulle foglie. Le une si tessono un bozzolo sericeo, dentro cui compiono le metamorfosi; altre s'involgono nelle foglie (fig. 104), o si appendono con un filo ad un corpo qualsiasi.

Fig. 373. Vanessa Io.

Alcuni lepidotteri volano di giorno, altri nell'ora dei crepuscoli, altri infine nelle ore chiare rimangono nascosti ed intorpiditi, e vanno in volta soltanto la notte. Le specie diurne si conoscono alle ali che, riposando, tengono erette sul corpo (fig. 374), e sono notevoli per la varietà ed il brio dei

Fig. 374. Danais plexippe.

colori; i zoologi sogliono distinguerle in vanesse (fig. 373), papilioni veramente detti (fig. 352), e danaidi (fig. 374). Invece le crepuscolari e le notturne quando riposano portano

le ali adagiate orizzontalmente, ed in generale vestono colori più umili delle antecedenti; tali infatti vediamo essere le sfingi (fig. 375), i bombici (fig. 376), le falene, le tignole, ecc., e

Fig. 375. Sphinx elpenor.

le piralidi (fig. 377), una specie delle quali venne diligentemente studiata in Francia pei guasti che ivi mena nei vigneti.

Fig. 376. Bombix quercifolia. Fig. 377. Pyralis vitis (1).

(1) Foglia di vite infestata dalle piralidi; — 4 il maschio; — *4a* la femmina; — *4b* la larva; — *4c* le uova; — *4d*, *4e* le crisalidi.

§ 544. Anche gli EMITTERI (VI), hanno la bocca fatta per suggere, ma però composta di una tromba semplice fatta a rostro, dentro la quale si trovano degli stiletti acutissimi, adatti a forare i tessuti animali o vegetali da cui tirano i sughi di cui si nutrono (fig. 523).

Fig. 378. Pentatoma.

Fig. 379. Halys.

Questi il più spesso hanno quattro ali come gli antecedenti, ma in generale quelle del primo pajo sono membranose soltanto verso la punta, dalla quale circostanza presero anzi il nome che portano di *semi-alati*; infine vanno soggetti a sole metamorfosi incompiute; l'insetto col crescere non muta nè le forme, nè le abitudini, e solo acquista le ali di cui prima mancava; però talvolta difetta sempre di quegli organi, come sarebbe il caso delle cimici dei letti (fig. 382).

Fig. 380. *Pulce* (Pulex irritans).

Fig. 381. Nepa cinerea.

Fig. 382. *Cimice dei letti* (Cimex lectularius).

In quest' ordine si trovano le pentatome, le halys o *cimici boscajoli* (fig. 378, 379), le nepe o *cimici d' acqua* (fig. 381), le cicale (fig. 383), le afidi, la cocciniglia, ecc. Ai quali ponno anche ravvicinarsi la pulce (fig. 380), che è sempre attera, ed i cimici dei letti, ritenuti da quasi tutti i naturalisti come spettanti ad un gruppo speciale detto dei *Suggitori*.

Fig. 383. Cicada perlata.

§ 545. I DITTERI; cioè *bi-alati* (VII); sono caratterizzati dall' esistenza di un unico pajo di ali membranose molto simili a quelle degli imenotteri, e dalla struttura della bocca ch'è fatta soltanto per suggere; cioè generalmente composta di una tromba cornea e protratta, ora molle, ora retrattile dentro cui stanno delle setole rigide ed acute.

La mosca comune può darci un' idea bastevole della loro forma generale, sicchè soggiungeremo soltanto che subiscono metamorfosi compiute. Le larve (fig. 384, *a*) mancano delle zampe; hanno la testa molle, e la bocca munita, per l' ordinario, di due uncinetti. Talvolta mutano ripetutamente la pelle, e filano un bozzolo per trasformarsi in ninfe; altre volte non si spogliano dei tegumenti, i quali, divenendo solidi ed avvolgendo la ninfa come un guscio, la fanno simile ad un seme vegetale.

Oltre le vere mosche si allogano in questa divisione le zanzare (fig. 357), i tafani (fig. 385), gli estri (fig. 384), ecc.

Fig. 384. OEstrum *e sua larva*. Fig. 385. *Tafano* (Tabanus).

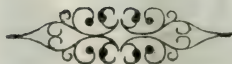
§ 546. Anche i RIPITTERI (VIII) hanno due ali, ma piegate pel lungo come un ventaglio, circostanza dalla quale ricevettero il nome; se ne conoscono due generi, l'uno detto degli stylops (fig. 386), l'altro dei xenos, che nello stadio di larve vivono parassiti sull'addome delle vespe e di altri imenotteri.

Fig. 386. Stylops, *ingrandito.*

§ 547. L'ordine dei PARASSITI (IX), anch'esso poco numeroso, consta di insetti nei quali mancano sempre le ali, che hanno la bocca fatta per suggere, e non subiscono metamorfosi, di sorta. Il nome stesso ci dice che vivono addosso ad altri animali, dai quali suggono gli umori. Questi si suddividono nei due generi dei pidocchi (fig. 387) e delle zecche, le quali ultime si trovano sui cani e su parecchi uccelli.

Fig. 387. *Pidocchio* (Pediculus humanus) *e sue uova.*

§ 548. Infine, anche gli insetti dell'ordine dei TISANURI (X), da θύσανος fimbria, e ουρα coda, mantengono per tutta la vita le forme che sortirono nascendo, e non sono mai alati; ma si distinguono dai precedenti per l'apparato masticatore e per avere delle appendici all'addome. Questi sono i poduri (fig. 334), le lepisme, ed i machili (fig. 388), ecc.

Fig. 388. Machylus.

CLASSE DEI MIRIÁPODI.

§ 349. I *Miriàpodi* respirano l'aria colle trachee al modo degli insetti, dai quali però differiscono, come anche dagli arácnidi, nelle forme generali. Infatti non soltanto mancano sempre delle ali, ma hanno il corpo molto lungo, e diviso in gran numero di anelli, munito ciascuno di un pajo almeno di zampe, le quali perciò sommano per lo meno a ventiquattro, anzi talvolta sono anche più abbondanti; e fra il torace e l'addome non vi si trova mai nessuna linea di demarcazione.

Esternamente somiglierebbero un po' a serpentelli od a vermi muniti di piedi, ma la loro struttura interiore è simile a quella degli insetti, eccezione fatta del sistema della circolazione che è anche più imperfetto.

Fig. 389. Iulus.

La testa dei miriápodi porta due brevi antenne, e due occhi il più spesso risultanti dalla riunione degli occelli. La bocca, architettata per masticare, presenta un pajo di mandibole biarticolate, alle quali tengono dietro un labro quadripartito, e due coppie di piccole appendici piediformi. Il numero

degli anelli di cui si compone il loro corpo è facilmente vario, e talvolta pare che quei segmenti si saldino due a due, essendochè ogni tronco mobile porta un doppio par di zampe (fig. 360); ciascuna delle quali poi termina con un unico uncinetto. Infine, lungo ciascun lato, si scorge una serie di stigme che s'aprono nelle relative trachee, come nella comune degli insetti. Da giovani vanno soggetti a metamorfosi, ma diverse da quelle dei veri insetti, perchè per esse non fanno che acquistare un maggior numero di anelli e quindi di zampe.

§ 550. Questa piccola classe si compone di soli due gruppi naturali, facili a distinguersi per la diversa forma delle antenne; e che si dicono dei *chilognati* o dei Iuli, e dei *chilopodi* o delle scolopendre.

I CHILOGNATI, o *labio-mascellati* (I), hanno il corpo cilindrico, e si nutrono di materie animali più o meno decomposte, camminano lenti, e spesso si avvolgono in spira o si chiudono come una pallottola. Si distinguono coi nomi generici di julus (fig. 389), di polidesma (fig. 390), e di glòmeris.

I CHILOPODI, o *labio-piedati* (II), invece, sono piatti, più membranosi dei precedenti, vivono di carni, e corrono rapidissimi. I tre generi principali sono quelli delle scolopendre (fig. 139) dei litobii, e degli scutigeri.

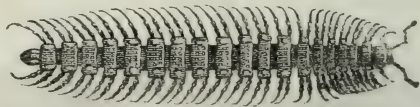
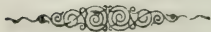
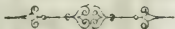



Fig. 390. Polydesma.

CLASSE DEGLI ARÀCNIDI.

§ 551. La classe degli *Arácnidi* è costituita da animali articolati molto analoghi agli insetti, e fatti com'essi per vivere nell'aria, ma che ponno esserne distinti anche a primo aspetto per le forme generali del corpo, pel numero delle zampe, e per altri particolari interni importantissimi. Infatti, in tutti la testa fa corpo col torace, ed è priva di vere antenne: esistono quattro coppie di zampe, e mancano le ali. Infine la quasi totalità di questi entomi respira per alcune cavità polmonari, e l'apparato circolatorio tocca generalmente ad un certo grado di perfezione.

§ 552. Lo scheletro tegumentale nella comune dei casi è meno solido di quello degli insetti, ed il corpo consta di due parti principali ben distinte, l'una detta il *cefalo-torace*, perchè risultante dalla fusione della testa col torace; l'altra l'*addome*, che ora si compone, come nello scorpione (fig. 595), di una serie di anelli distinti; altre volte di una massa molle, globosa, indivisa, quale è quella che si vede, per esempio, nei ragni (fig. 148).

Gli organi locomotori si saldano tutti al cefalo-torace, e constano di otto zampe, molto simili alle zampe degli insetti, e quasi sempre terminate in due uncinetti; in generale sono molto lunghe, e se si rompono, come avviene molto facilmente, è però ad osservarsi che il moncherino rimasto, dopo essersi cicatrizzato, riproduce, come nei crostacei, una zampa novella, la quale, crescendo gradatamente, presto riesce in tutto simile a quella che andò perduta. Gli arácnidi non hanno mai neppure le vestigia delle ali, ed il loro addome è sempre sfornito di stromenti locomotori.

Fig. 391. Mygalis.

§ 553. La bocca e gli occhi giacciono anteriormente sul cefalo-torace, e gli ultimi di questi organi sono sempre semplici e numerosi; d'ordinario se ne contano otto (fig. 392), ciascuno dei quali consta di una cornea trasparente, dietro la quale si trovano un cristallino, un umor vitreo, ed infine una retina, formata dall'estremo capo del nervo ottico; e tutto l'organo è involto in una materia colorante. Non si sa nulla in riguardo agli stromenti pei quali gli arácnidi sentono; ma molti fatti ci assicurano dell'esistenza in essi di questa funzione, anzi si sarebbe indotti a credere che parecchie specie sono sensibili alla musica. Il tatto si esercita principalmente coll'estremità delle zampe e colle appendici ond'è guernita la bocca.

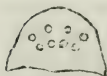



Fig. 392.

§ 554. Il sistema nervoso degli arácnidi offre moltissime variazioni; negli scorpioni, per esempio, e nelle specie loro affini si compone di una schiera di otto massicelle gangliari, riunite per doppie commessure, la quale si distende pressochè uniforme dall'un capo all'altro del corpo; in-

vece in altre, quali sarebbero i ragni, tutti i gangli del torace trovansi raccolti in una massa sola (*t*, fig. 393 e 396), da dove si dipartono, rivolgendosi all'indietro, due cordoni (*c*) che finiscono in un ganglio addominale unico (*a*, fig. 396). Del resto l'architettura generale delle parti è sempre la stessa, i gangli anteriori (*c*), posti sopra e davanti l'esofago, e che il più spesso si considerano come i rappresentanti del cervello, si prolungano anteriormente nel collare esofageo: gli altri sottostanti al tubo alimentare, forniscono i nervi alle zampe, alle appendici dell'addome, ecc.

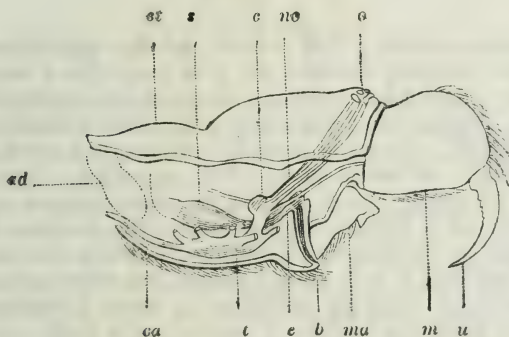



Fig. 393. *Sistema nervoso*, ecc. (1).

§ 555. Gli arácnidi sono carnivori, però in generale non fanno che succhiare gli umori dai cadaveri delle prede che prima uccidono, e la natura ne fornì parecchi di un apparato venefico onde possano catturare facilmente degli animali più forti di loro; la comune delle specie si nutre di insetti che

(1) Sezione del cefalo-torace di una Migale, per la quale si mostra la disposizione del sistema nervoso; — *ct* cefalo-torace; — *m* mandibole: — *u* unghietta od uncino mobile che sta in punta ad esse; — *b* bocca: — *s* stomaco; — *ad* origine dell'addome; — *c* cervello o ganglio cefalico; — *t* massa gangliare del torace; — *ca* commissure, per le quali si annette ai gangli addominali; — *no* nervo ottico; — *o* occhi; — *ma* mascelle; — *e* esofago.

assalgono viventi, però ve ne hanno anche di parassite. Le prime hanno la bocca (fig. 394), un pajo di mandibole armate

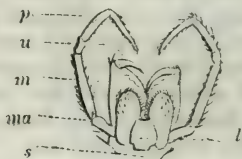



Fig. 394 (1).

di uncinetti mobili, o fatti a molle, un altro pajo di mascelle lamellose portanti ciascuna un gran palpo più o meno pediforme, ed un labro inferiore. Invece nei parassiti quell'organo è foggiato come una minuta proboscide, dalla quale esce una lancetta, ossieno le mascelle trasformate a quel modo.

In punta all'uncino mobile delle mandibole s'apre l'orifizio del canale escretore della ghiandola velenosa sopraccennata; ed il liquore che per esso viene sgorgato dentro la piaga, se intorpidisce tostamente gli insetti che ne vengono inoculati, è però troppo debole per recar nocumento all'uomo; il volgo gli attribuisce a torto i bottoni e le macchie rosse che talvolta ci nascono sulla pelle.

Alcuni arácnidi hanno un secondo apparato velenoso, destinato allo stesso uso, e che serve contemporaneamente siccome arma difensiva; tale sarebbe quell'uncino in cui finisce il corpo degli scorpioni (fig. 395), e sotto la punta del quale stanno parecchie boccuccie che si aprono in una ghiandola velenosa. La ferita poi di questo dardo può tornar fatale ad animali di una certa mole, quali sarebbero i cani, anzi i grossi scorpioni dei paesi caldi, non però quelli d'Europa, talvolta riescono gravemente pericolosi anche all'uomo; ordinariamente la ferita prodotta da questi entomi provoca una infiammazione locale più o meno viva, accompagnata da febbre e torpore, qualche volta anche da

(1) **Apparato della bocca di un ragno; — *s* sterno; — *l* labro; — *ma* mascelle; — *p* palpi mascellari; — *m* mandibole; — *u* uncino od unghietta delle mandibole.**

Fig. 395. *Scorpione.*

vomito, dolori generali e tremiti. Nei quali casi i medici usano prescrivere l'ammoniaca, od alcali volatile, sia esternamente, sia anche per uso interno, e fanno mettere sulla piaga degli ammollienti.

Il condotto intestinale il più spesso è semplice, ma in qualche specie presenta dei ciechi, che si spingono sino nell' interno delle zampe; e presso l'ano in generale sboccano dei tubi analoghi ai vasi biliari degli insetti. Nonpertanto negli scorpioni si trova un fegato composto di quattro grappoli ghiandolari.

Le ghiandole che spremono la materia sericea, e la trafila (*f*, fig. 396) di cui si servono alcuni aracnidi per ordire tele spesso larghissime e finissime, sono collocate intorno all'apertura dell'ano.

§ 556. Gli aracnidi non solo respirano l'aria come gli insetti, ma com' essi talvolta lo fanno per mezzo di trachee; però la maggior parte, e principalmente i ragni e gli scorpioni, vi adoperano dei sacchi che tengono nell'addome; e vengono detti i *polmoni*, quantunque molto impropriamente, perchè racchiudendo per entro un infinito numero di laminette membranose (*l*, fig. 396), disposte come i fogli di un libro, rassomigliano piuttosto alle branchie esteriori. Cadaun sacco poi riceve l'aria da un occhiello, aperto sulla superficie inferiore dell'addome (*s*); dei quali occhielli ora se ne contano due, ora quattro, ora otto.

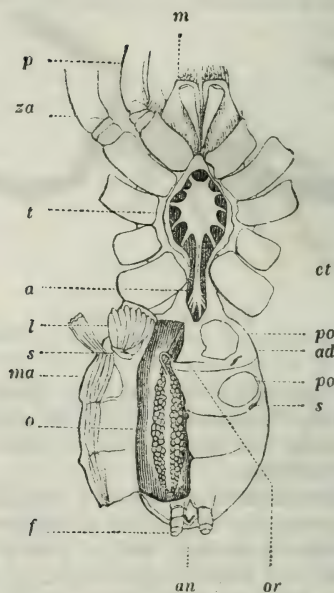



Fig. 396. *Anatomia di una* Mygalis (1).

Certi ragni, quali le segestrie, sono contemporaneamente forniti di polmoni e di trachee; altri, quali sarebbero i falcatori ed i miti, non hanno che delle trachee architettate come negli insetti, e nelle quali l'aria entra da due piccolissime stigmati sottostanti all'addome.

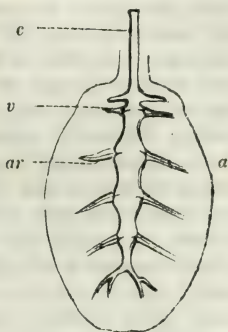
Tutti gli animali di questa classe hanno il sangue bianco; nei polmonati, l'apparato della circolazione è discreta-

(1) Cefalo-torace (*ct*) aperto inferiormente, e dal quale si vedono sporgere le basi delle zampe nella loro posizione normale; — *za* primo pajo di zampe; — *p* palpo; — *m* mandibole; — *ad* addome; — *t* massa gangliare toracica; — *a* ganglio addominale; — *po* sacchi polmonari; — *s* stigme; — *l* lamelle respiratorie di uno dei sacchi che venne spaccato; — *o* ovario; — *or* orifizio degli ovidotti; — *ma* muscoli dell' addome; — *an* ano; — *f* filiere.

mente complesso. Il cuore (fig. 397), che portano nella regione dorsale, è un vaso allungato dal quale prendono origine parecchie arterie; il sangue, dopo che attraversò i varj organi, corre ai polmoni, e di là al cuore, per una via analoga a quella che si notava nei crostacei (§ 111). Negli altri arácnidi che respirano per le sole trachee, la circolazione è rudimentale, effettuandosi, a quanto pare, mediante un semplice vaso dorsale, sfornito d'arterie o di vene.

Fig. 397 (1).

§ 557. Gli arácnidi generano uova come gli insetti, e per l'ordinario il maschio differisce dalla femmina nella forma dai palpi mascellari, che si ponno ritenere preposti a funzioni di molta importanza. La maggior parte involgono le uova in un gomitolo di seta, e talvolta la madre convive colla numerosissima sua famigliuola onde proteggerla finchè resta troppo debole per camminare. Tutti poi prima di farsi adulti vanno soggetti a ripetute mutazioni, anzi alcune specie subiscono una maniera di metamorfosi, perchè dapprima hanno tre sole paja di zampe, ed acquistano il quarto molto tardi.

§ 558. Gli istinti degli arácnidi sono svariatissimi, ed alcune volte non meno notevoli di quelli degli insetti, anzi tali che si sarebbe quasi indotti a credere che certe specie possedano delle facoltà di un ordine più nobile; infatti se ne sono viste ricevere una quasi educazione e dar segni, diremmo, d'intelligenza. Parecchie usano delle arti particolari per cacciare le prede, altre, come le migali già altrove descritte (fig. 100), erigono i loro abituri con finissima industria; e qui pure ricorderemo di nuovo quelle tele così larghe e geometricamente mirabili che i ragni ordiscono nelle nostre case e nei nostri giardini. Per tessere i quali paretai e per edificare, o per involgere le uova, adoperano la seta che spremono da un apparato, il quale portano inferiormente nell'addome; e consiste in molte matasse di vasi aggrovigliati, facienti capo a delle boccuccie, delle quali sono

(1) Addome e cuore di un ragno; — *a* addome; — *c* cuore; — *ar* arteria cefalica; — *v* canale venoso.

crivellate le trafile, ossia i cinque o sei capezzoli conici o cilindrici sottostanti all' ano (fig. 596); la materia appiccaticcia che geme da quei pori facendosi solida al contatto dell' aria s'informa in fili tenuissimi e lunghissimi. L' animale poi valendosi delle zampe ne torce parecchi in una sola corda, ed ogni volta che, oscillando penzolone, tocca un oggetto qualsiasi colle trafile vi attacca il capo di una di quelle corde; l'altro lo può prolungare indefinitamente, perchè geme tuttavia dall'organo secretore. Il colore ed il diametro di questi fili sono molto varj; un ragno del Messico tesse con arte meravigliosa una tela di fili rossi, gialli, e neri; si calcolò che diecimila dei fili emessi da certe specie comuni non equivarrebbero in grossezza ad uno dei nostri capegli; invece quelli coi quali certi ragni dei paesi caldi fanno la trama dei loro ragnateli sono forti a sufficienza per accalappiare dei piccoli uccelletti, e l' uomo stesso per romperli bisogna vi adoperi un po' di sforzo. Non è meno svariato il modo col quale gli arácnidi sanno adoperarli; alcuni li tendono regolarmente e nulla più, altri gli intrecciano in maglie esattissime, e stanziano in mezzo della trama attendendo la preda, o s'appiattano in un nascondiglio che si prepararono colla stessa seta vicino alla rete, e ch'è fatto come un tubo, o come una cupoletta.

§ 559. Gli arácnidi si dividono in due gruppi, secondo la struttura degli organi della respirazione e della circolazione.

Diconsi ARACNIDI POLMONATI (I) quelli che sono forniti contemporaneamente di sacchi polmonari e di un apparato vascolare, e questi è facile il riconoscerli anche per altri caratteri; così, per esempio, portano da sei ad otto o più occhi, e sotto l' addome, ora due, ora quattro, ora otto stimme; talvolta hanno l' addome globoso, delle filiere in fondo al corpo, ed i palpi mandibolari piccolissimi; altre volte l' addome è lungo, e composto di parecchi anelli; i palpi mandibolari sono protratti come bracci e terminati in tanagliuzze, ed in fondo al corpo invece delle trafile tengono un apparato velenoso. Gli arácnidi o veri ragni (fig. 148), le migali

Fig. 398. Theridion malmignatta.

(fig. 391), le epeira, le licosie o tarantole, i theridion (fig. 398), sono foggiati in quel primo modo, gli scorpioni (fig. 395) nel secondo.

§ 560. Gli ARACNIDI TRACHEIFERI (II) mancano dei sacchi polmonari, e respirano colle trachee come gli insetti; inoltre pare che in essi il sangue non circoli dentro vasi di sorta. Certuni mancano degli occhi, e, quando pure ne hanno, questi non sono mai più di due o di quattro. Quelli che si dicono *falcatori* somigliano molto ai ragni, e sono notevoli per la lunghezza delle gambe; altri hanno la bocca foggiata a succhiatojo, ed allora sono minutissimi, vivono parassiti sugli animali, e vengono inregistrati nella famiglia degli acáridi o dei miti. Una specie brasiliana, l'Ixode, si attacca ai cani, ai buoi, ecc., nei quali figge la tromba così profondamente che per sbarazzarneli bisogna incidere la pelle; si vuole che moltiplichino per modo da sfinire gli stessi cavalli ed i buoi. Un'altra specie di mitis, detta *leptus autumnalis*, perchè comunissimo in quella stagione nei campi della Francia, entra sotto la pelle delle gambe dei contadini, e vi produce un prurito insoffribile. Infine appartiene alla stessa famiglia quel piccolissimo animaletto che, vivendo e generando dentro galleriette che si scava sotto la pelle, dà origine anche nell'uomo ad una delle malattie più schifose, vogliam dire la rogna. Il *Sarcoptus scabiei* (fig. 399) è appena percettibile ad occhio nudo, ma col soccorso del microscopio lo si vede disegnarsi come un corpo oblungo; la papilla conica che vi si discerne anteriormente, armata di molte setole, è la bocca; infine vi si contano otto piedi, però molto diversi fra loro, perchè i quattro posteriori terminano semplicemente con delle setole, e gli anteriori vedonsi muniti in punta di piccole ventose, mediante le quali può aderire ai corpi più levigati.

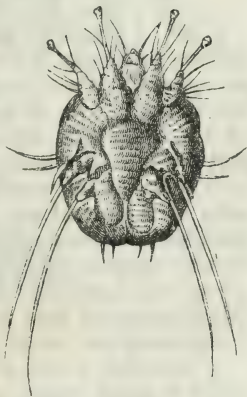
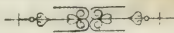
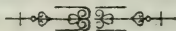



Fig. 399. *Acaro della rogna* (Sarcoptus scabiei).

CLASSE DEI CROSTACEI.

§ 561. I crostacei sono dei veri animali articolati che respirano solamente colle branchie o per la cute, ed hanno un apparato di circolazione semi-vascolare e semi-lacunoso. Starebbero a tipo di questo gruppo i granchi, i gamberi, ed i palinuri (fig. 400), ma con essi si allogano parecchi altri architettati molto più semplicemente, e diversi altresì nelle forme esteriori; perchè mano mano si discende nella serie naturalmente costituita da questi esseri si vede modificarsi il piano generale della loro organazione, e diventare sempre più semplice. Gli ultimi tra i crostacei riescono così imperfetti che per esistere è d'uopo aderiscano siffattamente ad altri animali che i naturalisti il più spesso li confusero coi vermi intestinali.

§ 562. Per l'ordinario lo scheletro tegumentale dei crostacei è molto solido, dovendo quella sua rigidità petrigna ad una dose abbondantissima di carbonato di calce. Lo si può considerare come una maniera di epiderma, perchè sott'esso si trova una membrana (*t*, fig. 409) simile al derma degli animali superiori; in date stagioni si spogliano di quel primo guscio, allo stesso modo che abbiamo visto i serpenti svestirsi ripetutamente dal loro epiderma, e le larve degli insetti degli involucri. È facile comprendere la necessità di queste mute in animali che hanno il corpo contenuto per intero in un astuccio solido, il quale sarebbe di assoluto impaccio allo sviluppo ed alla crescita delle parti interiori; quindi i crostacei continuano a cambiare la pelle per tutto il tempo che crescono; e pare che taluni vadano

Fig. 400. Palinurus.

di continuo aumentando in volume. È singolare il modo col quale abbandonano senza romperla l'antica spoglia, ed uscendo da essa si trovano vestiti di altra novella, la quale dapprima è molle, ma in pochi giorni si fa solida come l'antecedente.

Il corpo dei crostacei si compone di una schiera di anelli più o meno distinti, che per la maggior parte s' articolano semplicemente, e restano molto mobili; altre volte invece saldansi tutti assieme, e si riconoscono soltanto pel solco che resta là dove si congiungono; infine ve ne hanno di quelli nei quali stanno così intimamente uniti che solo per analogia si considera il tronco che ne risulta come composto non di un solo ma di parecchi segmenti, saldati fra loro. Nè è difficile il prevedere che ponno trovarsi molto diversi in quanto alle loro forme generali; infatti, messi, per esempio, in confronto un onisco (fig. 401), un talitro (fig. 144), ed un granchio (fig. 402), a bella prima si sarebbe indotti a crederli altrettanti tipi diversi; ma studiandone la struttura con maggior attenzione si scorge che il loro scheletro tegumentale è essenzialmente lo stesso, non differendo se non perchè nell' onisco gli anelli sono nella maggior parte interamente distinti e mobili, e nel granchio sono saldati, e perchè le proporzioni di certe parti analoghe non si mantengono le stesse. Così nell' onisco (fig. 401) e nel talitro (fig. 144) potrà notarsi che la testa è distinta (*c*) dal susseguente torace, composto di sette anelli simili tra loro (a^1 a^7) e muniti ciascuno di un par di zampe (*z*, *zz*); infine in fondo al corpo si vedrà che l' addome (*ad*) risulta anch' esso da sette segmenti, disegnati presso a poco come quelli del torace, ma che ne differiscono pel rapido decrescere delle dimensioni. Il granchio invece (fig. 402) ha la testa annessa al torace, e a tutta la parte mediana del corpo, sì che ne risulta una unica massa coperta da un largo scudo solido; detto il *carapace* per analogia collo scudo delle tartarughe. Infine l' addome, che a tutta prima rimane invisibile, piegasi sotto al torace ed è molto piccolo; cionnullostante è facile il provare che dietro la testa di un granchio esistono, come negli onisci, sette anelli toracici ben distinti, e che il carapace non è un organo nuovo, ma soltanto la porzione dorsale di uno degli anelli della testa, la quale cresciuta a dismisura si sovrappose a tutti i segmenti vicini. La forma generale

Fig. 401. Oniscus.

Fig. 402. Cancer Maia.

del corpo di altri animali della stessa classe è molto più diversa da quella testè indicata. Così, per esempio, le limnadie sono contenute fra due scudi ovoidi, che si annettono come le valve di un' ostrica, nè si può vederne la struttura annulare se prima non si sia esportata almeno metà di quella corazza mobile (§ 415); le cipris, che formicolano nelle acque stagnanti, hanno molta analogia con questi animali, ma è ancora più difficile lo scorgere in esse gli anelli dal loro corpo. Citeremo per ultimo le lernee, le quali, fatte adulte, presentano forme stranissime (fig. 150 e 151), ma nei primordj di loro esistenza sono regolarmente anellate (fig. 556). Il quale studio comparativo dello scheletro tegumentale dei crostacei importa moltissimo all' anatomia filosofica, perchè una parte principalissima di essa mira a conoscere le modificazioni che la natura fa subire agli elementi organici identici per accomodarli agli usi svariati cui sono destinati, e per creare con materiali analoghi degli stromenti dissimili; ma la brevità imposta dall' indole di queste lezioni non ci permette d' entrare in maggiori particolari.

§ 563. Le appendici laterali dei diversi anelli formanti il corpo dei crostacei il più spesso sono numerosissime, ed inoltre presentano delle notevoli differenze tanto di forma che d'uso, sia che si raffrontino quelle che appartengono alle varie parti del corpo di uno stesso individuo, sia che

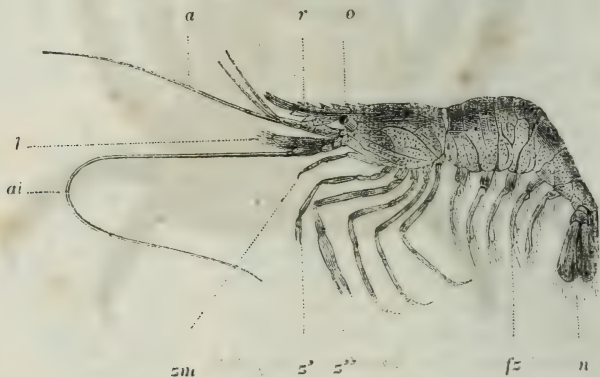



Fig. 403. Pálemon (1).

si paragonino le appendici proprie a specie diverse. In generale quelle dei primi anelli spettano alle funzioni di relazione, e portano gli occhi o costituiscono le antenne; le susseguenti, poste in giro alla bocca, servono a prendere gli alimenti od a dividerli (fig. 120 e 121); quelle della regione mediana dal corpo si foggiano come zampe e sono adette alla locomozione; gli ufizj delle altre posteriori sono molto svariate, perchè ora funzionano per la respirazione, ora per la riproduzione: infine ordinariamente questa lunga schiera d'organi si chiude con uno o più paja di appendici architettate come natatoje.

(1) *a* primo pajo di antenne; — *ai* antenne inferiori, o del secondo pajo; — *l* appendice lamellare che ne copre la base; — *r* rostro o prolungamento frontale del carapace; — *o* occhi; — *zm* zampe-mascelle esteriori; — *z'* primo pajo di zampe toraciche; — *z''* secondo pajo; — *fz* false zampe natatorie dell'addome; — *n* natatoja caudale.

Sulla testa, o, per meglio dire, sulla regione cefalica del corpo, si trovano gli occhi, le antenne, e le appendici della bocca; questa regione poi talvolta si divide in molti anelli distinti, come può vedersi nelle squille (fig. 411); ma più di frequente non presenta nessuna traccia di scompartimenti, disegnandosi come un tronco unico, il quale rappresenta i sette anelli saldati in corpo. Essa ora è mobile e distinta dal torace (fig. 400), ora invece si annette alla seconda regione dell'animale, che, la sua volta, in certe specie risulta da una serie di anelli articolati, in altre saldati ed unificati.

I crostacei portano quasi sempre un doppio pajo di antenne, che in generale sono delle corna filiformi e lunghissime; le zampe dipartonsi due a due da cadaun anello toracico, e nella comune dei casi, come negli onisci (fig. 401), nei gamberini dei ruscelli (*Gammarus pulex*), nei talitri, ecc., se ne contano sette paja; in altri, come nei granchj (fig. 402), e nei veri gamberi, riduconsi a cinque, ma allora voglia osservarsi che quelle appendici le quali negli animali prima citati formavano le quattro zampe anteriori, in questi ultimi rivolgonsi ad altri usi e si mutano in organi masticatori. V'hanno pure gravi differenze nella struttura di questi arti a seconda le specie; in certune sono tutti fogliosi, membranosi, e tali che ponno soltanto servire al nuoto (fig. 415), in altre si foggiano come steli ginocchiuti ed articolati, laonde riescono adatti alla sola locomozione; talvolta mantenendosi sempre nelle condizioni richieste per quest'ultima funzione devono pur anco servire come piccole zappe per scavare la terra, quindi sono piatti, larghi, e terminati in punta (fig. 404); infine v' hanno dei casi nei quali finiscono foggiati come tanagliette, e mentre continuano ad agire per la locomozione diventano altresì strumenti di prensione (fig. 120 e 126). Nei crostacei nuotatori, quali sarebbero i gamberi, i palinuri (fig. 400), i palemoni (fig. 403), l'addome generalmente si sviluppa moltissimo, e finisce in una larga natatoja, sicchè riesce il primo stro-

Fig. 404. Hippus.

mento di quella funzione; invece negli altri che camminano più spesso che non nuotino per l'ordinario è minutissimo, e si piega sotto al torace; nei granchi poi può dirsi quasi nullo, riducendosi a quella maniera di grembiale che loro si vede pendere sulla regione inferiore del corpo tramezzo alle zampe.

§ 564. Il sistema nervoso dei crostacei consta di una doppia schiera di gangli posti lunghesso la linea mediana della regione ventrale, e che per l'ordinario corrispondono, in quanto al numero, a quello degli anelli costituenti l'animale; però i gangli del primo pajo giacciono nel capo, anteriormente all'esofago, dove formano una maniera di cervello (fig. 405, *c*). Quelli del torace e dell'addome variano di

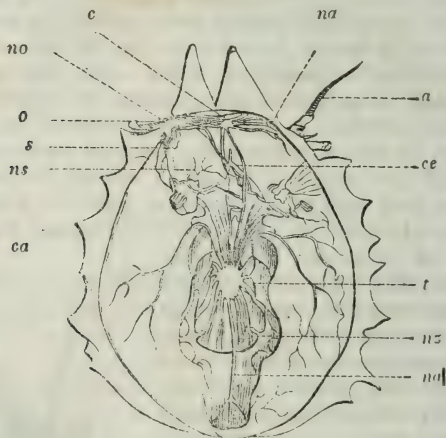



Fig. 405. *Sistema nervoso di un Maia* (1).

molto in quanto alla disposizione; ora, cioè, distanno tutti egualmente l'uno dall'altro, ed uniti per le solite commissure di-

(1) Carapace aperto; — *a* antenne esterne; — *o* occhi; — *s* stomaco; — *c* cervello; — *no* nervi ottici; — *ce* collare esofageo; — *ns* nervi stomatogastrici; — *t* massa gangliare toracica; — *nz* nervi delle zampe; — *na* nervo addominale.

segnano una corda nodosa che decorre da cima a fondo del corpo; ora sono inegualmente ravvicinati; talvolta anche raccolti in mezzo al torace in una massa unica (fig. 405, *t*). Si noti che questo sistema riesce tanto più perfetto quanto è più concentrato, e che di pari passo si complica anche il restante organismo. Del resto le facoltà di tutti i crostacei sono molto povere, e nessuno offre esempio di abitudini appena degne di un po' rimarco. Gli occhi sono costrutti come negli insetti, cioè talvolta semplici, ma il più spesso composti; diversamente poi da tutti quanti gli altri animali della branca degli articolati, le specie più perfette li portano in cima a dei peduncoli mobili (fig. 406). Parecchi

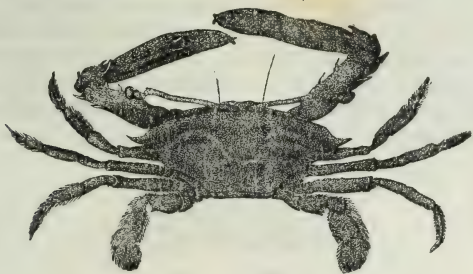



Fig. 406. Podophthalmus.

crostacei vanno muniti di un organo speciale all' udito, il qual organo, situato alla base delle antenne esteriori, si compone di una membranella timpaniforme (fig. 407), soprastante ad una maniera di vestibolo zeppo di materia liquida, dentro la quale mette capo un nervo speciale. Non si sa nulla di certo nè sui loro organi dell'odorato, nè su quelli del gusto.

Fig. 407 (1).

(1) Regione anteriore della faccia interna del corpo di un *Maia*; — *ai* antenne interne; — *a* antenne esteriori; — *o* occhi; — *u* organi dell'udito; — *m* zampe-mascelle; — *b* bocca; — *z* base delle zampe anteriori; — *r* apertura afferente della cavità respirante; — *s* sterno.

§ 565. Quantunque i crostacei vivano pressochè tutti di materie animali, pure presentano molte differenze nel loro regime, taluni nutrendosi di sole sostanze liquide, altri di alimenti solidi; e le forme della loro bocca si accordano con queste varietà di costumi. Davanti cioè l'apertura della bocca delle specie che masticano si trovano: un labbro corto e transversale, a cui tengono dietro un pajo di mandibole, un labbro inferiore, uno o due paja di vere mascelle, e il più spesso anche da uno a tre paja di mascelle ausiliarie o zampe-mascelle, destinate più ch'altro a prendere gli alimenti (fig. 121). Invece i crostacei suggitori hanno la bocca protratta in una maniera di becco o di proboscide, simile a quella che si notava negli insetti che vivono allo stesso modo. Internamente al qual tubo stanno delle appendici sottili ed aguzze che funzionano come lancette, e da ambo i lati vedonsi, almeno il più spesso, degli organi analoghi alle mascelle ausiliarie dei crostacei masticatori, le quali però non servono che a tener saldo l'animale sulla preda.

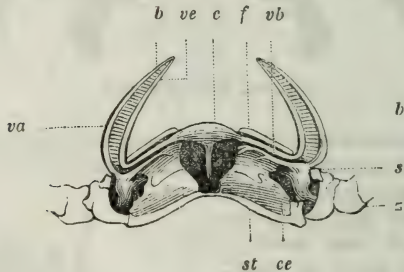



Fig. 408. *Apparato della circolazione di un* Cancer (1).

(1) Taglio verticale del torace di un crostaceo onde mostrare come il sangue vi scorra per entro; — *c* cuore; — *s* seno venoso; — *b* branchie; — *va* vaso che porta il sangue venoso alle branchie; — *ve* vaso che riceve il sangue dopo che passò per la rete capillare delle branchie; — *vb* vasi branchio-cardiaci; — *f* vôlta dei fianchi; — *st* sterno; — *ce* cellole dei fianchi; — *z* base delle zampe.

§ 566. Il canale digerente decorre dalla testa all'estremità posteriore dell'addome, e si compone di un esofago molto corto, di un ampio stomaco (*e*, fig. 409) che spesso

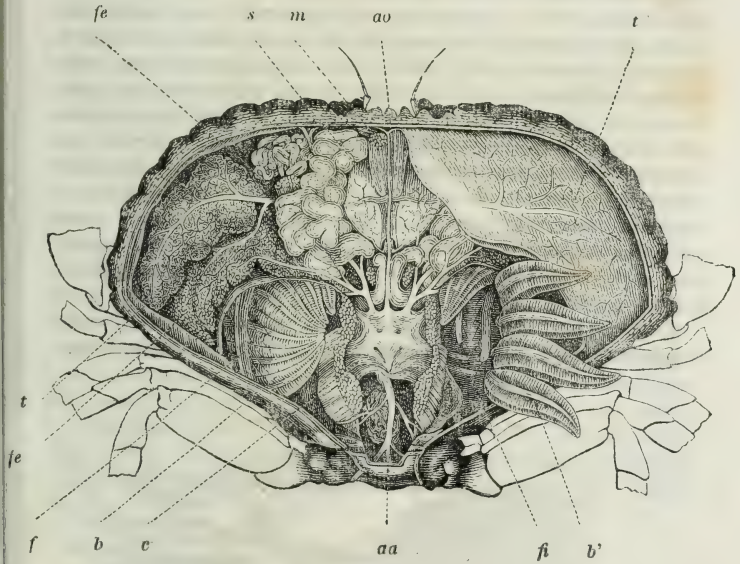



Fig. 409. *Anatomia del* Cancer pagurus (1).

porta internamente dei denti robustissimi, infine di un intestino tenue, e di un retto. In certi crostacei la bile è segregata da vasi biliari simili a quelli degli insetti; però nella comune delle specie si trova un grosso fegato, diviso in parecchi lobi, e composto da moltissimi tubetti a fondo cieco, aggruppati intorno ad un canale escretore

(1) Esportato quasi per intero il carapace si vedono: — *t* una parte della membrana cutanea che lo tappezza internamente; — *c* il cuore; — *ao* l'arteria oftalmica; — *aa* le arterie addominali; — *b* alcune branchie nella loro posizione naturale; — *b'* altre che furono ripiegate al di fuori per iscoprirne i vasi efferenti; — *fi* la vôlta dei fianchi; — *f* l'appendice flabelliforme delle zampe-mascelle; — *s* lo stomaco; — *m* i suoi muscoli; — *fe* il fegato.

ramoso, che sbocca da ambo i lati nell'intestino, presso al piloro.

§ 567. S'ignora come il chilo passi dall'intestino nell'apparato della circolazione. Il sangue è scolorato o leggermente ceruleo, o violaceo, e si rapprende con molta facilità; questo liquido è mosso da un cuore posto sulla linea mediana dorsale (*c*, fig. 409), e che si compone di una sola cavità. Facilmente svariato nelle forme, quel viscere quando si contrae spinge il sangue nelle arterie, le quali lo spargono per tutto il corpo. Le vene sono imperfettissime e fornite più ch'altro dalle lacune rimaste tra organo ed organo, le quali trovansi tappezzate da uno straterello di tessuto cellulare e, verso la base delle zampe (*s*, fig. 408), si sfogano in vasti seni che avviano il liquido agli organi respiranti; dai quali seni è riportato al cuore per certi canali ben distinti detti branco-cardiaci (*vb*).

§ 568. Quasi tutti i crostacei sono animali essenzialmente acquatici, ond'è che respirano pressochè tutti con delle bran-

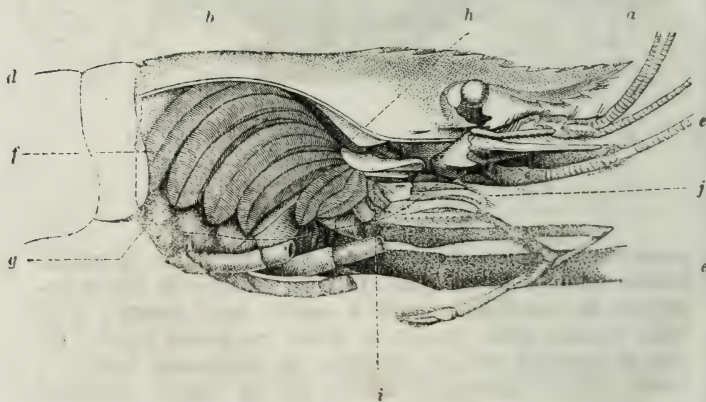



Fig. 410. *Apparato respirante di un* Pálemon (1).

(1) *a.* Rostro; — *b* carapace; — *c* base delle antenne; — *d* base dell'addome; — *e* base delle zampe; — *f* branchie; — *g* linea punteggiata che segna i contorni inferiori di quella parte del carapace la quale dovrebbe coprire le branchie, e in questa preparazione fu esportata; — *h* canale efferente della respirazione.

chie; mancando però questi organi supplisce ad essi la pelle di certe regioni del corpo, ed il più spesso quella delle zampe. Del resto l'apparato di respirazione varia esso pure con molta frequenza. Le branchie dei granchi, dei gamberi, e di tutti i crostacei loro affini per struttura, consistono in parecchie piramidi, fatte di innumerevoli cilindretti, disposti come i crini di una spazzola, o di laminette sovraposte come i fogli di un libro, che aderiscono per un capo al lembo inferiore della vôlta dei fianchi (fig. 408 e 410), e sono contenute in due grandi spechi posti lateralmente nel torace tra il carapace e la vôlta suindicata; la quale disposizione è loro particolare e non si ripete in nessun altro animale di questa classe. Cadaun speco s' apre all'esterno mediante due orifizj; l' uno frapposto quasi sempre tra la base delle zampe ed il margine del carapace (*r*, fig. 407), dà adito all'acqua che entra; l'altro a quella che esce, e questo si trova lateralmente alla bocca. Infine l'acqua si rinnova alla superficie delle branchie mossavi da una gran valvola, che giace presso l'ultima delle indicate aperture, ed è un'appendice lamellosa del secondo pajo delle mascelle (*c*, fig. 121; *i*, fig. 410). Le branchie di altre specie di crostacei, e per esempio delle squille (fig. 411), sono altrettanti pennelli che, sporgendo dai membri addominali, ondeggiano fuori del torace in fondo

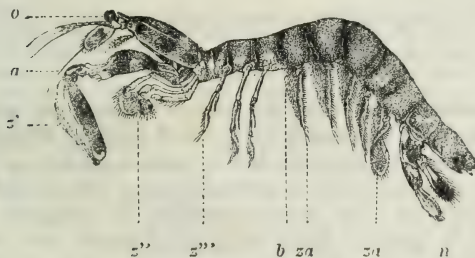



Fig. 411. Squilla (1).

(1) *o* Occhi; — *a* antenne; — *z'* primo pajo di zampe; — *z''* zampe delle tre paja susseguenti; — *z'''* tre ultime paja delle zampe toraciche; — *za* false zampe addominali; — *n* natatoja caudale.

al corpo; nei gamberini dei ruscelli e nei talitri vi suppliscono delle vescichette membranose, le quali trovansi aderenti alla base delle zampe sotto al torace; infine i crostacei isopodi respirano per delle false zampe addominali divenute foliacee e membranose.

§ 569. I pochissimi crostacei che vivono nell' aria, fanno eccezione a quanto abbiamo detto intorno alla diversa struttura dell' apparato della respirazione negli animali acquatici e nei terrestri; perchè invece di avere dei polmoni o delle trachee portano, come i primi, delle vere branchie; però architettate in tal guisa che trovansi costantemente mantenute in quel grado di umidità che è loro necessario per funzionare. Della quale anomalia notevolissima ci danno esempio i gecàrcini o granchi terrestri (fig. 412) comuni a

Fig. 412. *Gecàrcino o granchio terrestre.*

molte contrade, ma più che altrove abbondanti nelle Antille, dove sono conosciuti col nome di *turlurù*. Alcuni gecàrcini, quantunque sieno branchiferi, tosto sommersi nell'acqua restano asfisiati, il che si deve alla molta attività della loro respirazione, ed alla grande quantità di ossigeno da essi richiesta, la quale è molto maggiore di quella che può trovarsi disciolta in quel liquido; rimangono poi fuori d' acqua soccorsi da un apparato simile a quello che abbiamo già visto esistere in alcuni pesci (fig. 301), e pel quale s' impedisce che le branchie possano diventare inette per soverchia aridità. Infatti ora portano in fondo allo speco respiratorio una maniera di cisterna che contiene l'acqua necessaria all' uopo, altre volte, a quanto pare, un tessuto spugnoso che

ne copre la volta, e giova allo stesso intento. Essi poi per l'ordinario vivono nei boschi umidi, dentro le tane che si scavano da sè; ma ciascuna specie preferisce una diversa località, talune vivendo nei luoghi bassi e paludosi prossimi al mare, altri sui colli imboscati lungi dal litorale; e questi in dati tempi abbandonano le loro stanze per discendere alla marina.

Anche gli Onisci (fig. 410) sono crostacei terrestri che respirano l'aria per opera di lamine fogliose, sottostanti all'addome; e che anche in altri animali, press'a poco costrutti in modo analogo, funzionano come branchie.

§ 570. Tutti i crostacei generano ova, ed hanno quasi sempre i sessi separati; gli ermafroditi essendo pochissimi. La femmina in generale si distingue dal maschio per la maggiore larghezza dell'addome; appena partorite le uova le porta seco appiccicate sotto quella regione del corpo, od anche dentro una maniera di sacco formato da certe appendici delle zampe; talvolta avviene che la prole si chiude là dentro e vi resti fino dopo ch'ha compiuta la prima muda. Questi animali in generale non subiscono vere metamorfosi, pure cert'uni, crescendo, acquistano un maggior numero di zampe; altri assumono forme molto diverse di quelle che sortivano nascendo, come ebbimo a vederlo quando si parlò delle lernee (fig. 130) (1).

(1) I crostacei hanno in qualche località un'importanza che forse si sarebbe lontani dal supporre di essi, perchè forniscono non solo il vitto ma anche il commercio ad alcune popolazioni littorali. Nel qual proposito non sarà discaro al lettore il veder qui riprodotte alcune notizie che togliamo da un'opera italiana, la quale meriterebbe d'essere più generalmente conosciuta; vogliam dire la *Zoologia Adriatica* dell'Olivi. Che se paressero un po' troppo antiche, riferendosi esse al 1792, preghiamo a riflettere che probabilmente e per la loro natura, e per altre condizioni non saranno molto diverse dai fatti attuali, e che d'altronde, per quanto sappiamo, non ne furono publicate di più recenti.

Tra le molte specie che l'Olivi nota come abitatrici delle Lagune venete o dei lidi vicini, e commestibili, distingue come principalissimo pei vantaggi che sanno trarne gli industriosi abitanti di Chioggia il granchio ripario o *Cancer mœnas*. Questi crostacei, che s'usa colà distinguere secondo i sessi in Granzi o Masanelle, vengono raccolti poco prima della muda in apposite ceste, le quali si tengono sott'acqua, onde tosto che l'hanno subìta essere posti in commercio col nome di *mollecche*, cibo non spregevole. In autunno le femmine, o *massette*, sono fecondate ed abbondano nelle valli pescareccie, quindi è costume imprigionarle là dentro, e pescarle per mangiarne le uova quando sono tuttavia molli. Un terzo profitto lo si trae dal gran numero di questi granchi che si spedisce nell'Istria, dove i

§ 571. La classe dei crostacei, nella quale vanno pure compresi i cirripedi, quantunque alcuni naturalisti erroneamente li tengano per molluschi, si scomparte in cinque gruppi principali, cioè in:

PODOFTALMI, che hanno gli occhi in cima ad un peduncolo mobile, la regione anteriore del corpo armata di un carapace, le zampe ambulatorie, la bocca munita di mascelle atte a masticare, e gli organi della respirazione architettati come vere branchie.

EDRIOFTALMI, gli occhi dei quali non sono peduncolati, il torace resta nudo, le zampe riescono ambulatorie, l'apparato della bocca è fatto per masticare; ed in cui una parte dei membri supplisce alle branchie.

I BRANCHIOPODI hanno tutte le zampe foliacee, e le adoperano simultaneamente come natatoje, e come branchie.

Le zampe degli ENTOMOSTRACEI sono vere natatoje, non però branchiali; ed inoltre questi animali hanno la bocca architettata per suggere.

Infine la bocca dei XIFOSURI manca di appendici speciali, ed invece è coronata da zampe che disimpegnano anche l'ofizio di mascelle.

§ 572. La divisione dei PODOFTALMI (*Occhi-piedati*), comprende il maggior numero di crostacei, e si compone di tutti quelli che hanno l'organismo più complicato e perfetto. Essa si suddivide nei due ordini dei *decapodi* e degli *stomapodi*.

§ 573. L'ordine dei DECAPODI (1) (*con dieci piedi*), comprende i granchi, i gamberi e tutti gli altri crostacei

pescatori li gettano sminuzzati sull'acqua attorno le reti tese per le sardelle, onde attirarvi quei pesci che ne sono ghiottissimi.

La quantità e prodotto dei granchi pescati nelle valli e lagune venete sarebbe, secondo lo specchio che ne presenta l'Olivi, di

Libbre . .	12,320,000	granchi caricati per l'Istria, e che a L. V. 2 il barile, di libbre 80, importano	L. Ven. 308,000.
» . .	86,000	*mollecche*, negoziate in Venezia e terra-ferma, a soldi 6 la lira.	» » 25,800.
» . .	2,660,000	*masanette*, negoziate c. s., ed a L. 4 il barile di libbre 80 .	» » 152,000.
Totale lib.	15,066,000	importanti la somma di . . .	L. Ven. 485,800.

NB. La lira veneta corrispondeva alla metà di un franco.

(*Nota all' edizione italiana.*)

che hanno le branchie interne, e cinque paja di zampe. In essi deve anche notarsi che la testa ed il torace formano una massa sola, coperta da un gran carapace (fig. 413), il

Fig. 413. Canger pagurus.

quale per l'ordinario protende più o meno dal fronte, lateralmente discende sino alla base delle zampe, ed all'indietro tocca all'origine dell'addome (fig. 400 e 403), sicchè vedendoli dall'alto non si scorge nessuna traccia che accenni ad una divisione anellare; invece guardati pel disotto quei segmenti si distinguono molto chiaramente l'uno dall'altro, perchè dove si congiungono lasciano una sutura più o meno spiccata. I loro occhi stanno quasi sempre in cima ad un pajo di peduncoli mobili che hanno origine dal primo segmento della testa, talvolta sono lunghissimi (fig. 406), ed il più spesso ponno ripiegarsi in certe scannellature del lembo anteriore del carapace, che perciò adempiono le funzioni di orbite. Gli organi della locomozione sono anch' essi sviluppatissimi, ond'è che alcuni crostacei corrono, altri nuotano velocissimamente (1); si è detto che le zampe sono in numero di cinque paja, e che aderiscono ai cinque ultimi anelli del torace, ma in generale le sole ultime quattro

(1) In questo proposito primeggiano alcune specie della famiglia degli ocipodi, le quali, a quanto si dice, corrono lungo le sponde marine colla velocità di un cavallo al galoppo. (*Nota all' edizione italiana.*)

coppie funzionano per la locomozione, e l'anteriore, terminando con certe tanagliuzze più o meno perfette, diventa uno stromento di prensione (fig. 413). Tra i decapodi i migliori nuotatori, quali sarebbero i gamberi, le aragoste, i palinuri, ed i palemoni, hanno il corpo lungo e l'addome che finisce con una larga natatoria transversale (fig. 400); invece l'addome, per esempio, dei granchi e delle altre specie fatte per correre, è cortissimo, manca della natatoja terminale, e si piega sotto al torace.

§ 374. Le specie della divisione degli EDRIOFTALMI (*ad occhi sessili*) hanno la testa distinta dal torace, che si compone di dieci anelli posti di fila, e muniti ciascuno di un pajo di zampe. Queste, come s'ebbe già ad indicarlo, mancano sempre del carapace, dei peduncoli oculiferi, e di vere branchie, respirando con varie appendici fornite dall'apparato locomotore; e si scompartono nei gruppi:

1.° Degli AMFIPODI (*a piedi ambigui*) che hanno l'addome ben svolto e sotto il torace portano una doppia schiera di vescichette respiratorie dipendenti dai rami interni delle zampe.

2.° Degli LEMODIPODI (*a gola bipiedata*), che, simili ai precedenti in quanto agli organi della respirazione, ne differiscono per avere l'addome appena rudimentale.

3.° Degli ISOPODI (*a piedi simili*), in cui l'addome è di nuovo molto svolto, ed inferiormente munito di una schiera di false-zampe branchiali. In quest'ordine si allogano gli anilocri (fig. 414), gli sferomis, e gli onisci (fig. 401).

§ 375. Gli STOMAPODI (*bocca-piedati*) hanno anch'essi gli occhi sorretti da un peduncolo mobile, il torace coperto in tutto od in parte da un carapace, e le zampe cilindriche; ma le loro branchie non sono incluse, bensì pendono libere sotto l'addome o mancano affatto; come può vedersi nelle squille già altrove descritte (fig. 415).

§ 376. I BRANCHIOPODI (*piedi-branchiati*), sono, come lo abbiamo avvertito, dei piccoli crostacei, le zampe dei quali, essendo disegnate come altrettante lamine fogliformi, non ponno più servire come organi della locomozione, e invece funzionano contemporaneamente siccome organi del nuoto e della respirazione. Tali infatti troviamo le limnadie (fig. 415), gli apus, i brachippus, le daphnis, ecc., e forse erano così costrutti i *Trilobiti*, animali marini che si incon-

Fig. 414. Anilocris.

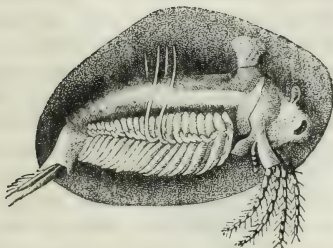



Fig. 415. Limnadia (1).

trano fossili negli strati più antichi della scorza del globo, ma nei mari attuali non hanno più chi li rappresenti.

§ 577. Anche gli ENTOMOSTRACEI (*Entomi conchigliferi*) sono unicamente architettati pel nuoto; essi tutti nei primordj della vita hanno un certo numero di zampe rigide e bifide, poi, facendosi adulti, ordinariamente diventano sedentarj, e si sformano in modi bizzarri. In generale portano un occhio solo nel mezzo alla fronte ed a quanto pare respirano ovunque per la superficie del corpo.

§ 578. Taluni, detti i COPEPODI (*Remi-pedi*), sono sempre agilissimi, muniti di lunghe antenne, e di un apparato masticatore, come può vedersi nei ciclopi o monocoli (fig. 416).

Fig. 416. Cyclops.

(1) Si noti che una delle valve del carapace fu esportata.

§ 579. Altri vivono parassiti sui pesci, sui crostacei, ecc., e questi hanno la bocca protratta a proboscide od a becco, ed armata di appendici stiliformi, colle quali forano i tegumenti degli animali da cui succhiano gli umori. Questi si dividono in **SIFONOSTOMI** e **LERNEE**, i primi dei quali portano sempre delle zampe natatorie, ed aderiscono ai corpi mediante le zampe-mascelle, che sono curvate ad uncino; le seconde facendosi adulte pérdono ogni organo di locomozione, sicchè spesso vennero confuse coi vermi intestinali.

§ 580. Vanno pure allogati nella divisione degli Entomostracei i **CIRRIPEDI** o *Cirropodi*, che a primo aspetto parebbero piuttosto simili ai molluschi che ai crostacei, ma nel fatto devono ritenersi come animali spettanti a quest'ultima classe, i quali si sfigurano nelle ultime fasi di loro esistenza, e dopo che finirono di vivere errabondi. Questi esseri minuti e sempre marini, da giovani nuotano sciolti e rassomigliano moltissimo a certi crostacei inferiori, così, per esempio, a dei giovani ciclopi (fig. 153); poi presto aderiscono e per sempre a qualche corpo sommerso, e mutano interamente le forme. Allora stanno saldati pel dorso, ed il corpo loro, fattosi più o meno periforme e curvatosi su sè stesso, è contenuto per intero, od almeno in gran parte, dentro una maniera di conchiglia composta di varj pezzi (fig. 418). Inoltre difettano interamente degli occhi, ed hanno la bocca guernita di mandibole e di mascelle molto simili a quelle di certi crostacei; portano lungo la regione addominale una doppia schiera di lobi carnosi, da ciascuno dei quali sporgono delle lunghe appendici cornee, irte di cigli e

Fig. 417. Anatifa.

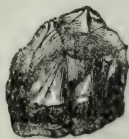



Fig. 418. Balanus.

suddivise in moltissimi nodi (fig. 419). Le quali maniere di bracci o cirri, che sommano a dodici coppie, si curvano su sè stessi, e l'animale usa cacciarli continuamente fuori, e ritirarli dall' apertura della sua guaìna. In fondo a questa schiera di organi sta una specie di coda fatta come un lungo tentone carnoso, alla base del quale si apre l' ano. Il sistema nervoso consta di una doppia catena di gangli, in tutto simile, per la disposizione, a quella degli altri articolati. Infine, le limule hanno un cuore situato nella regione dorsale, e respirano con delle branchie che variano facilmente nelle forme.

Fig. 419. Limula.

I cirripedi si dividono nelle due famiglie delle *anatife* e dei *balani*.

Le ANATIFE (fig. 417) stanno raccolte in una specie di mantello compresso, aperto da un lato, e sospeso ad un lungo peduncolo carnoso; il qual mantello ora è pressochè tutto cartilagineo, altre volte coperto di cinque lamine testacee, le due principali delle quali si disegnano presso a poco come i battenti di un mitilo. L'*anatifa comune*, che si trova frequentissima anche nei nostri mari aderente alle rocce, alla chiglia delle navi, od ai legni fluttuanti, fornì argomento a strane favole, giacchè somigliando alla grossa ad un uccello, un tempo si credette e si scrisse che si tramutava in quella specie di anitra che è detta *bernache* od *anas leucopsis*.

I BALANI, o *ghiande marine*, abbondano anch'essi sulle nostre scogliere, ecc., e, per esempio, sui pali messi come guide nella laguna di Venezia, e sono contenuti per intero in una maniera di conchiglia, il più spesso conica e molto corta, la quale sta fissa per la base, e consta di molti pezzi articolati l' uno coll'altro; all'apertura del tubo che ne risulta fanno coperchio due o quattro valve mobili, tra cui rimane quella fessura per la quale l'animale sporge, come si è detto, e ritira continuamente i cirri.

§ 581. Infine la divisione dei crostacei XIFOSURI (*stilo-caudati*) comprende un solo genere, cioè le LIMULE (fig. 419),

le quali sono architettate in modo stranissimo. Il corpo di questi grandi crostacei è bipartito; e la parte anteriore (dove trovansi gli occhi, le antenne e sei coppie di piedi, che fanno corona alla bocca e servono contemporaneamente alla mozione ed alla masticazione, fig. 119) trovasi coperta da un largo scudo semicircolare; invece sulla seconda, che è protetta da uno scudo triangolare, si trovano cinque coppie di zampe natatorie, l' ultima delle quali è guernita di branchie; infine le limule terminano con una lunga coda stiliforme; abitano l' oceano indiano e le coste d'America, ed ordinariamente sono conosciute col nome di *granchi delle Molucche.*

SECONDA SERIE

DEGLI ANIMALI ANELLATI

I VERMI

§ 582. In questi va smarrendosi sempre maggiormente la divisione anellare del corpo, non esistono membri articolati addetti alla locomozione, il sistema nervoso riesce molto meno importante, e tutto l'organismo si semplifica rapidamente quanto più si discende dalle specie affini ai veri animali articolati, per avvicinarsi ai zoofiti. In generale sono notevoli per la molta lunghezza del corpo, e, come si ebbe ad accennarlo, si dividono nelle quattro classi degli

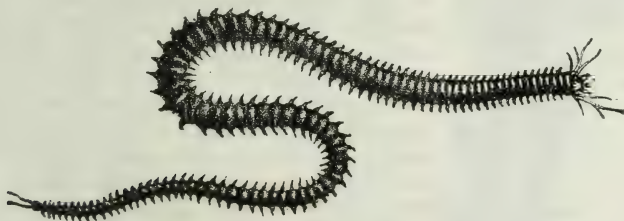



Fig. 120. Nereis.

anellidi, degli infusorj rotatori o dei *sistólidi*, delle *turbellarie*, e degli *elminti* o vermi intestinali.

CLASSE DEGLI ANÈLLIDI.

§ 583. La classe degli anèllidi si compone di vermi muniti di un sistema nervoso moltigangliare, e di un apparato circolante vascolare.

Il corpo loro è sempre lunghissimo, molle, e anellato per molte pieghe circolari; alcuni hanno la testa distinta, altri ne mancano, e d'ordinario può notarsi ad ambo i fianchi di essi una lunga schiera di pennelli setolosi, sporgenti da tubercoli muscolari, i quali tengon luogo di piedi (fig. 420). Spesso due di questi organi stanno l'uno sull'altro a ciascun lato d'ogni singolo anello componente il corpo (fig. 517); altrove quei due tubercoli setoliferi si fondono in uno solo; ed alla base di cadauno esiste quasi sempre una lunga appendice molle e cilindrica detta *cirro* (fig. 421, *c*); però in qualche specie il posto che dovrebbero tenere quei piedi è soltanto accennato da poche setole rigide, in altre infine manca qualsiasi traccia dei membri. Gli anèllidi si valgono di quelle setole per arrampicare e come armi di difesa, essendochè in generale sono acutissime, e tali che s'impiantano facilmente nei corpi molli contro i quali urtano. Le sanguisughe (fig. 150) e le altre specie sfornite di setole portano in fondo al corpo delle ventose che pur esse servono alla locomozione.

Fig. 421 (1).

§ 584. Il sistema nervoso di questi animali è poco sviluppato, e consta di una catena ora doppia ora semplice, tesa da un capo all'altro del corpo. Nella comune delle specie si notano certe macchiuzze, che pare siano gli occhi, e per l'ordinario moltissimi filamenti posti in giro alla testa, i quali sono analoghi ai cirri dei piedi, e si dicono le antenne od i cirri tentacolari (fig. 423): questi probabilmente servono come organi táttili. La

(1) Zampa di un anellide del genere *Eunices*; — *t* tubercolo setolifero; — *c* cirro dorsale; — *ci* cirro inferiore e ventrale; — *b* branchie.

bocca s'apre nel mezzo della parte inferiore della testa o, quando questa regione non è apparente, nell'estremità anteriore del corpo, e spesso si allunga in una proboscide protrattile

Fig. 422. *Testa e proboscide di una* Glycera (1).

Fig. 423. *Testa, ecc., di una* Nereis.

(fig. 422); inoltre è armata di mascelle cornee uncinate. L'intestino corre in linea retta, ed ora è semplice, ora fornito ad ambo i lati di ciechi più o meno numerosi, poi termina in fondo al corpo coll'orifizio anale.

Il sangue è quasi sempre rosso, talvolta anche verde, od appena tinto; e scorre in un sistema intricatissimo di vasi, alcuni dei quali essendo contrattili tengono luogo del cuore; altri si comportano come arterie, altri, infine, come vene. Del resto, in quanto alla disposizione, questo sistema è facilmente diverso da anèllide ad anèllide.

Fig. 424. *Gruppo di Sèrpule.*

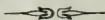
Questi animali talvolta respirano nell'aria, ma in generale sono acquatici; nel qual ultimo caso il più spesso trovansi avere delle branchie esterne, ma architettate in modi molto svariati; infatti, ora somigliano, come nell'arenicola (fig. 46), a fogliolinc o cespuglietti, e sporgono lateralmente dal dorso, al disopra delle zampe; ora si foggiano come pennicilli, e

(1) *c* regione anteriore del corpo; — *t* testa; — *tr* tromba; — *b* orifizio della bocca; — *m* mascelle.

girano intorno all'estremità anteriore del corpo a quel modo che ce ne danno esempio le sèrpule (fig. 424).

§ 585. Quasi tutti gli anellidi sono marittimi, e parecchi di essi si apprestano un fodero, ora colle materie calcari che segregano dalla pelle (fig. 424), ora agglutinando e cementando con una sostanza gelatinosa dei sabbioncelli o dei frantumi di conchiglie; molti, e tra questi le arenicole, discendono profondamente nella sabbia, altri si nascondono sotto le pietre. Ve ne hanno però anche nelle acque dolci; le sanguisughe, notevoli per le ventose che portano ad ambe le estremità, vivono nei ruscelli, dove si trovano pure le nais, che somigliano maggiormente ai *lombrici*, veri anellidi terrestri.

CLASSE DEGLI INFUSORJ ROTATORI

O SISTÓLIDI.

§ 586. Questi esseri, troppo spesso confusi a torto coi veri infusorj, sono così minuti che prima della scoperta del microscopio sarebbe stato impossibile il sospettarne l'esistenza; ciò però non toglie che abbiano la struttura quasi altrettanto complessa come quella degli anèllidi. Finchè non si potè osservarli se non ingranditi un centinajo di volte essendo impossibile il discernervi nessun organo, si citarono come esempj di esseri composti di una semplice gelatina animale, e che si nutrivano per imbibizione. Ma le recenti indagini di alcuni naturalisti, e principalmente del berlinese professore Ehremberg, provarono quanto fossero erronee quelle opinioni, ed i sistólidi se non ci meravigliano più per la loro semplicità, ci sorprendono invece per l'esempio che ci danno di una grandissima complicazione organica in atomi, diremmo, microscopici.

I sistólidi si trovano nelle acque stagnanti, ed avendo il corpo semi-trasparente, lasciano scorgere evidentemente le tracce della loro divisione anellare. Hanno la bocca che s' apre in punta all' estremità anteriore, ed è circondata da cigli vibratili notevoli pel movimento rotatorio che eseguiscono; la retrobocca, sempre guernita di muscoli robusti, è armata di mascelle laterali. Il canale digestivo corre dritto, per tutta quanta la lunghezza del corpo, e gonfiandosi generalmente nel mezzo dà origine ad uno stomaco. Infine ai lati di quello stesso tubo ponno spesso notarsi dei corpi di aspetto ghiandolare, e, dove termina posteriormente, una cloaca, nella quale sboccano gli ovidotti. Ci si videro anche moltissimi muscoli, ed un sistema nervoso gangliare.

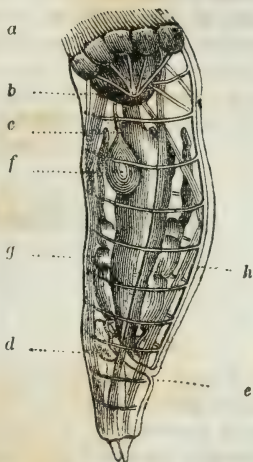
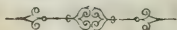



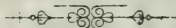
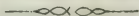
Fig. 425. Hydatina (1).

§ 587. Ponno servire di tipo a questa classe i ROTIFERI (fig. 152), una specie dei quali è celebre per le esperienze fatte con essa dallo Spalanzani sulla sospensione della vita per avvenuta essiccazione. Il loro corpo è lungo, ed all'innanzi termina in una coroncina di cigli che l' animale può spontaneamente spiegare, o ritrarre in sè, e quando la fa vibrare somiglia a due ruote giranti rapidamente sul proprio asse. Al capo opposto, portano una coda biforcuta ed articolata, colla quale sogliono attaccarsi ai corpi o su cui riposano; infine si ponno scorgere in essi due punticini rossi che forse sono gli occhi. Questi animaletti nuotano agilissimi e generano uova di forma ovoide.

§ 588. Altri, detti BRACHION, somigliano ai rotiferi nella generale architettura dell' organismo, ma devono esserne

(1) Anatomia di un'*Hydatina,* animaletto microscopico, affine ai rotíferi; — *a* cigli vibratili; — *b* massa muscolare circostante alla bocca, e per la quale sono mosse le mascelle; — *c* stomaco; — *d* cloaca; — *e* ano; — ghiandole salivali; — *g* ovaje; — *h* muscoli.

distinti perchè coperti di una maniera di carapace, talvolta fatto di due battenti, e molto simile a quello dei cipris, e delle dafni, di cui abbiamo detto parlando dei crostacei.

CLASSE DELLE TURBELLARIE.

§ 589. Vanno compresi in essa quei vermi che hanno il corpo più o meno depresso, segnato da tracce anellari appena percettibili, e coperto ovunque di minutissimi cigli vibratili. In generale mancano dell'ano, perchè l'intestino termina chiuso, ed inoltre getta molti rami; il loro sistema nervoso si compone di due corde laterali che anteriormente finiscono in un pajo di gangli cerebroidi; infine possiedono dei vasi sanguigni ben costituiti. Gli uni, come i *nemertes* e le *planaria*, abitano nelle acque, mentre le *fasciola*, per esempio, vivono parassite nell'interno di parecchi animali.

CLASSE DEGLI ELMINTI.

§ 590. Nella quale si allogano i vermi intestinali, quantunque alcuni naturalisti, ligii sempre a Cuvier, continuino tuttora a ritenerli nella branca degli animali raggiati, ossia dei zoofiti; ma veramente nella loro struttura non si scorge nulla che somigli a dei raggi, e d'altronde tengono agli anèllidi per parecchi rapporti naturali. Hanno il corpo molto lungo, ora

cilindrico, ora depresso, e talvolta composto di un numero di segmenti di gran lunga superiore a quello di qualsiasi altro animale anellato; il sistema nervoso è in essi rudimentale; la bocca il più spesso armata di uncini o ventose; infine mancano gli stromenti locomotori. Quasichè tutti non ponno vivere se non dentro altri animali, ed il più spesso nicchiarsi nella sostanza del fegato, o nei muscoli.

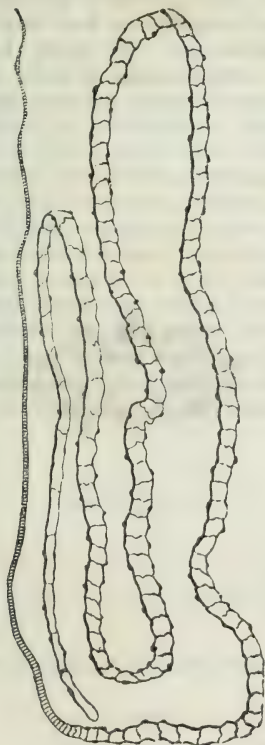



Fig. 426. Tenia.

§ 591. Gli elminti si dividono nei due gruppi principali degli *ematóidi* e dei *tenióidi*.

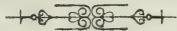
Gli EMATOIDI nelle forme generali del corpo somigliano moltissimo ai lombrici; hanno il canale alimentare semplice e decorrente per tutta quanta la loro lunghezza. Tali sono gli ascàridi, gli stronghi, ecc. Certuni sono frequentissimi anche nell' intestino dell' uomo.

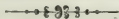
§ 592. Invece i TENIOIDI si disegnano come un largo nastro corrugato in traverso; e questi hanno il corpo piatto, lunghissimo, diviso in moltissimi anelli, che ciascuno contiene un' ovaja, e s' apre con uno o due pori; pare che il canale intestinale sia supplito da due vasi longitudinali che comunicano all' esterno per gli orifizj laterali suindicati; nella testa non si scorge traccia di bocca. Appartiene a questa divisione la tenia o verme solitario (fig. 426).

BRANCA DEI MOLLUSCHI

O DEI

MALACOZOARI

§ 593. La branca dei molluschi è ricca di un grandissimo numero di specie, le quali, come si notava parlando in generale degli animali invertebrati, mancano tutte di sistema cerebro-spinale e dello scheletro interno; ed inoltre diversificano dagli articolati, perchè nè il loro corpo si divide in anelli, nè portano sulla regione ventrale quella schiera di gangli che abbiamo descritta in quei primi. Essi poi, diversamente dei zoofiti, hanno gli organi di relazione appajati; ed infine in generale trovansi avere gli orifizj della bocca e dell'ano aperti l'uno presso l'altro. Del resto differiscono tra loro siffattamente che diedero origine ai due gruppi principali detti dei *veri molluschi*, e dei *molluscoidi* o tunicati.

SOTTOBRANCA

DEI MOLLUSCHI VERI.

§ 594. Il sistema nervoso degli animali spettanti a questo gruppo si compone sempre di molti gangli riuniti da commissure midollari, il tutto disposto in modo da costituire

intorno all'esofago un doppio collare più o meno serrato, ma che posteriormente non protende in quella catena sotto-intestinale ch' ebbimo ad indicare ripetutamente parlando degli anellati.

I molluschi variano moltissimo in quanto alle forme del corpo, che in tutti è però sempre molle; fatta eccezione soltanto delle Seppie e di altri pochissimi, i quali hanno internamente uno o più pezzi solidi, non articolati, che servono a proteggere i visceri piuttostochè a fornire dei punti d'appoggio e delle leve all'apparato locomotore. I muscoli si saldano direttamente ai tegumenti, e la loro azione è limitata al punto dove s'inseriscono; quindi i movimenti riescono sempre lenti e nella maggioranza dei casi molto vaghi. Pochissimi hanno, come i polpi, delle lunghe appendici flessuose destinate alla locomozione (fig. 159), che invece l' animale suol portarsi da un luogo all'altro contraendo successivamente diverse porzioni della superficie inferiore del corpo. Infine anche quando trovansi forniti di membri, questi sono raccolti in un fascio all' estremità del corpo, non già disposti in serie simmetrica, come nei vertebrati e negli articolati.

I molluschi hanno la pelle sempre molle e lubrica, e spesso distesa in certe falde che gli involgono in tutto od in parte; le quali espansioni dei tegumenti ricevettero il nome di *mantello*. Questo poi è quasi che tutto sciolto, e simile a due grandi vele che coprono per intero il mollusco, o consta di due lamine così riunite che danno origine ad un tubo. Infine talvolta si riduce ad un semplice disco dorsale, ora è libero soltanto in sui margini, ora così largo, che involge esattamente l' animale come dentro in un sacco.

§ 595. In generale la pelle è protetta come da una corazza, dalla *conchiglia*, la quale si forma per una secrezione analoga a quella che dà origine all' epiderma. I follicoli, cioè, nicchiati il più spesso sui margini del mantello, depositano sulla sua superficie una materia semicornea, mista con maggiore o minore dose di carbonato di calce, la quale s' informa sulle parti sottogiacenti e si fa solida, e la lamina che ne risulta, ingrossa e cresce per l'addizione successiva di nuove materie. Però alla superficie esteriore non è petrigna, ma piuttosto simile ad un epiderma, quindi nella scienza s' usa distinguerla col nome francese di *drap-marin*. Talvolta la conchiglia rimane cornea in tutto il suo spessore; ma il

più spesso irrigidisce e si fa dura, crescendo rapidamente le proporzioni del carbonato di calce. Avviene altresì di sovente che la pagina interiore sia più compatta del resto del guscio, od aggregandosi in un modo tutto proprio assuma un' apparenza vitrea, o specchiante e madreperlacea. Sono pochi i casi nei quali la conchiglia si trova contenuta dentro la pelle dei molluschi, e per l' ordinario giace al di fuori di essa e s' estende oltre i margini del mantello, fornendo così all' animale un capace rifugio. Comunemente si dicono *molluschi nudi* tanto quelli sforniti di conchiglia, come gli altri che la portano internamente, e *conchigliferi* i molluschi nei quali è esterna e patente.

È facile comprendere il processo mediante il quale la conchiglia va crescendo. Quando, per esempio, si tolga ad esaminare il guscio di un' ostrica lo si vede composto di moltissime lamine sovraposte, e facili a segregarsi per mezzo del calore; le quali lamine vennero prodotte dal mantello l' una dopo l' altra; quindi la più esterna, ch' è anche la più piccola, è la più antica; siccome quelle tra esse che furono deposte posteriormente oltrepassano sempre le lamine sulle quali poggiano, così avviene che mentre la conchiglia cresce in grossezza aumenta anche rapidamente in estensione. Però le lamine componenti le diverse conchiglie sono in generale molto meno facili a distinguersi di quello lo si trovino nell' esempio citato; anzi spesso le nuove materie sono deposte soltanto sul lembo della conchiglia, e con tale disposizione che, le molecole sovraggiunte corrispondendo esattamente alle già consolidate, ne risulta un tessuto fibroso.

Le conchiglie vanno fregiate di colori svariati e di vaghi disegni, spesso diversi a seconda dell' età; ma questi sono quasi sempre superficialissimi, e pare dipendano da una tintura fornita dalla pelle, la quale è anch' essa ornata in modo analogo al guscio. Siccome poi il guscio ha le tinte tanto più vistose quant' è più giovane, così pare che la materia colorante siavi deposta mano mano che si va formando. Abbiamo detto che la conchiglia viene prodotta dal lembo del mantello; infatti avvenendo una rottura, se questa non si trova a contatto col margine di esso, il tessuto con cui l' animale sa ripararvi è sempre biancastro, invece quando vi corrisponde, ripete i colori ed i disegni dell' organo riparatore. Così se il lembo del mantello ha delle macchie, la conchiglia riesce anch' essa macchiata in sul labro allo stesso

modo, e se, a misura che questo s'allunga, si mantiene sempre negli stessi rapporti col lobo secretore del guscio, le nuove macchie confondendosi colle già esistenti danno origine a delle linee perpendicolari alle strisce d'accrescimento; quando invece cambia di posizione per alcuni movimenti dell'animale ne risultano delle punteggiature od altri disegni svariatissimi. La secrezione colorante muta talvolta per età; nei quali cambiamenti influiscono altresì delle condizioni estranee all'organismo dell'animale, come sarebbe, per esempio, la luce. Infatti le parti che trovansi maggiormente esposte a quell'agente fisico sono sempre le più colorate; se invece un mollusco vive aderente ad una rupe o nascosto in una spugna, od in altro corpo opaco, quella parte della sua conchiglia che si trova allo scuro resta sempre più pallida dell'altra che rimase in contatto coi raggi solari.

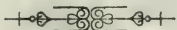
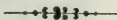
§ 596. L'apparato digestivo è sempre molto sviluppato: e così pure esistono sempre il fegato, e spesso delle ghiandole salivali e degli organi masticatori; ma l'intestino non è mai tenuto saldo da un mesentere. Il sangue è incoloro o leggermente azzurrognolo, e circola in un apparato molto complesso, composto in parte di arterie, in parte di vene, in parte di semplici lacune. Sulla via trascorsa dal sangue arterioso si trova un cuore, formato da un ventricolo (*v*) e d'una o due orecchiette (*o*); il qual organo lo spinge ovunque pel corpo, da dove torna all'apparato della respirazione tradottovi da canali venosi più o meno compiuti. Talvolta alla base dei vasi che vanno agli organi respiranti si trovano de' serbatoi venosi detti *cuori polmonari*.

Ci sarebbe impossibile il descrivere gli stromenti del respiro tanta è la loro varietà. Accenneremo soltanto che ora hanno la forma di polmoni, ora quella di branchie.

§ 597. Così pure non possiamo dir nulla di generale sulla struttura degli organi dei sensi, che però sono sempre meno complessi di quelli dei vertebrati. Certi molluschi pare manchino e del tatto e del gusto; moltissimi hanno gli occhi, ma costrutti in modo molto svariato; taluni infine un apparato auditivo. In nessuna specie non si trovò per anco nulla che lasci supporre un apparato proprio all'odorato.

I molluschi nascono da uova e non si moltiplicano mai per gemme, diversamente da quanto avviene in quasi tutti i molluscoidi; però quelle loro uova ora non si schiudono

se non dopo uscite dall'animale, altre volte la nuova generazione viene alla luce bell'e viva, essendo sbucciata dentro la madre. In ogni modo nascono sempre con forme presso a poco eguali a quelle che devono avere nello stadio adulto, e non vanno soggetti a metamorfosi.

§ 598. Si è già detto che la sottobranca dei veri molluschi si compone di quattro grandi gruppi, ed ora tenteremo di tratteggiare i caratteri principali di quelle classi dette dei *cefalòpodi*, dei *gasteròpodi*, dei *pteròpodi* e degli *acèfali.*

CLASSE DEI CEFALÒPODI.

§ 599. Questa si compone di molluschi che hanno forme in tutto loro proprio, perchè tengono la testa collocata fra il tronco ed i piedi o tentoni locomotori, quindi camminando sul suolo la portano all'in basso, e si trovano capovolti (fig. 159). E quel loro nome di *cefalòpodi,* lo ricevettero precisamente dall'avere gli organi locomotori inseriti intorno alla bocca.

Il tronco è coperto da un mantello fatto a foggia di un sacco, ora sferico, ora più, ora meno allungato; il qual sacco contiene i visceri, e s'apre soltanto anteriormente (fig. 398, *o*). La testa, che esce da quell' apertura, è tonda, ed il più spesso munita di due grandi occhi (fig. 8), che sono molto analoghi a quelli dei vertebrati. In mezzo ad essa si apre la bocca, armata di due mascelle, e coronata di certe appendici flessibili e muscolari (fig. 427), le quali ponno dirsi indifferentemente o piedi o bracci, servendo tanto a muovere l'animale quanto ad afferrare gli oggetti.

Fig. 427. Loligo vulgaris.

§ 600. I cefalópodi sono essenzialmente acquatici, perchè muniti di branchie. I quali organi portano sotto al mantello dentro una cavità speciale (fig. 428), le pareti della quale si dilatano ed alternamente si contraggono; questa

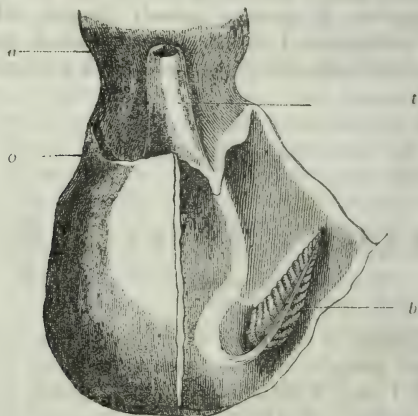



Fig. 428. *Branchie di un* Octopus (1).

cavità s'apre all'esterno per due aperture, l'una delle quali è una semplice fessura (*o*), e serve a lasciare libera l'entrata all'acqua, che sgorga per l'altra via in uno cogli escrementi, e quest'ultima si allunga in un tubo foggiato ad imbuto (*t*). Cadauna branchia poi (*b*) disegna una piramide allungata, e si compone di moltissime laminette membranose poste in traverso, e saldate a dritta ed a mancina di uno stelo mediano. Il diverso numero delle branchie serve a caratterizzare le maggiori suddivisioni naturali della classe. Infatti gli octopus o polpi, le seppie, le loligini o calamai ne

(1) Corpo di un octopus visto pel di sotto, il mantello del quale fu aperto lungo la linea mediana, poi se ne gettò un lembo all'indietro onde mostrare l'interno della cavità della respirazione; — *a* base della testa; — *t* tubo che sgorga l'acqua dalla cavità della respirazione; — *o* parte della fenditura per la quale l'acqua entra in detta cavità: — *b* una delle branchie.

portano soltanto un pajo, mentrechè nei nautili se ne contano due coppie.

§ 601. Il cuore giace in mezzo al corpo, fra le branchie, e si compone di un solo ventricolo (*c*, fig. 429) ed il sangue vi giunge da quegli organi portatovi dalle vene bran-

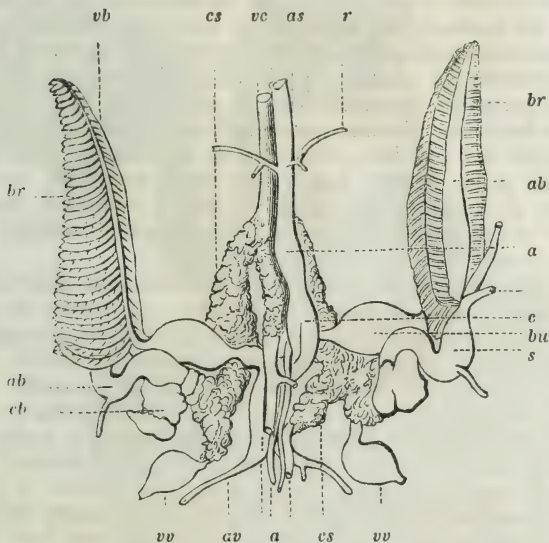



Fig. 429. *Organi della circolazione e della respirazione* (1).

chiali (*vb*), che, dove si sfogano in esso, sono munite di valvole; indi entra nelle arterie che nascono da quivi, e si spargono ovunque pel corpo. Per ritornare al cuore passa in un

(1) *c* il cuore aortico, che in alto continua coll'aorta superiore, la quale porta il sangue alla testa, ecc.; — *r* ramificazioni di questo vase; — *a* aorta inferiore che dapprima s'allarga in un bulbo, poi presto si divide in due rami (*av*); — *vc* la vena cava ravvolta nei corpi spugnosi *cs*; — *vv* le vene dai visceri le quali mettono foce nei due rami della vena cava; — *cb* seni venosi o cuori branchiali; — *s* gonfiatura che sta alla base delle vene branchiali; — *br* branchie; — *ab* arteria branchiale; — *vb* vena branchiale; — *bu* bulbo delle vene branchiali situato là dove queste terminano nel cuore.

sistema venoso in parte composto di veri vasi, in parte di seni sforniti di pareti proprie, ed escavati tra organo ed organo; infatti lo spazio circostante alla regione anteriore dell'apparato digerente funziona come uno di questi seni venosi, ed i gangli nervosi più importanti, e le diverse ghiandole sono immerse nel sangue. Infine il liquore nutritivo rifluisce da tutte le parti del corpo sia attraverso le cavità rimase tra i visceri, sia condotto da vere vene, in un grosso tronco mediano che, ramificandosi, lo porta all'apparato della respirazione; in generale però prima di giungervi penetra in un serbatojo contrattile che si allarga alla base di ciascuna branchia. Siccome questi serbatoi cacciano anch'essi il sangue nei vasi branchiali, così si contano un cuore arterioso unico, e due venosi. Ma voglia avvertirsi che se questa disposizione è comune a tutti i cefalópodi muniti di due branchie, gli altri che ne hanno quattro mancano dei cuori venosi.

§ 602. Nè è meno complesso l'apparato della digestione. La bocca è cinta da un labro circolare, ed armata di due mandibole verticali, molto simili al becco di un pappagallo, e che vengono mosse da muscoli robustissimi. Inoltre esistono delle ricche ghiandole salivali, molti stomachi, ed un fegato voluminoso; l'intestino s'apre nella cavità branchiale alla base del tubo espulsore dell'acqua, e comunica con uno strano organo segregante che, nei cefalópodi dibranchi, spreme un liquore nero detto l'*inchiostro:* il condotto escretore di questa ghiandola s'apre in vicinanza all'ano, e quando l'animale teme qualche pericolo, schizza fuori per l'imbuto tanta copia di quella materia da intorbidare l'acqua circostante, e così togliersi alla vista de'nemici. L'inchiostro della seppia, altra delle specie dei cefalópodi, vien messo in commercio col nome di *nero di seppia;* molti ritengono che l'*inchiostro della china* abbia un'origine analoga, ma pare piuttosto non sia che carbone ridotto in polvere minutissima. I cefalópodi tetrabranchi mancano affatto di quest'organo.

§ 603. Antecedentemente s'era detto che dentro i molluschi non si trova mai una impalcatura solida articolata e comparabile allo scheletro dei vertebrati. Però i cefalópodi, mostrano le vestigie di qualche cosa di analogo, avendo nella testa una cartilagine che involge il cervello, ed allargandosi in diverse direzioni fornisce varj punti d'appoggio

ai muscoli principali. Ed inoltre il loro addome è spesso sorretto da una maniera di conchiglia interiore, la quale, se

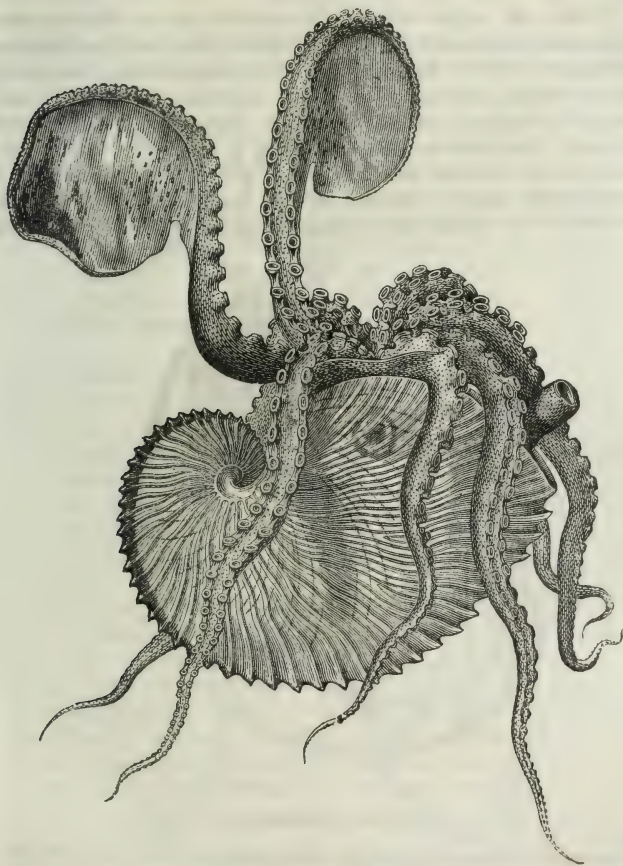



Fig. 430. Argonauta *nicchiato nella conchiglia* (1).

(1) Per dare una idea esatta della posizione normale dell' argonauta bisognerebbe che i due tentoni palmati, anzichè eretti, si trovassero così atteggiati da abbracciare gli anfratti posteriori della conchiglia; perchè l' argonauta abitualmente li tiene infatti a quel modo onde supplire a quanto sembra ad una attaccatura più solida colla conchiglia. Il costume

nelle loligini, dette volgarmente *calamai*, è cornea, nelle seppie diventa calcarea; quest'ultima è volgarmente conosciuta col nome di *osso di seppia.*

§ 604. Gli organi circostanti alla bocca, e che servono contemporaneamente alla locomozione ed alla prensione, variano facilmente. Quelli dei dibranchi compongono una corona di grossi tentoni carnosi, guerniti alla superficie interna di succhiatoi o ventose, mercè le quali aderiscono tenacemente ai corpi che abbracciano (fig. 159, § 381); dei quali tentoni se ne contano otto nei polpi, perciò detti *Octopus*, e dieci nelle seppie; talvolta due di essi si allargano a foggia di remi o di palmi membranosi, come vedesi nell' argonauta

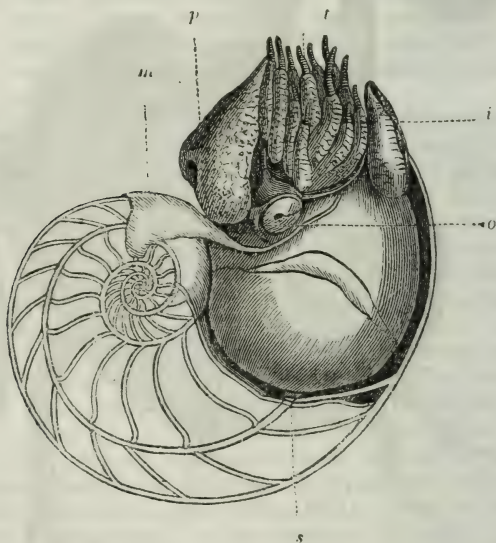



Fig. 431. Nautilus (1).

di descrivere e figurare l'argonauta nella posizione che ci vien messa sott'occhio, concorse a mantenere la credenza che questo mollusco si valga dei palmi come di vele quando galleggia sulla superficie del mare; la quale credenza è in piena contradizione anche colla natura stessa di quegli organi che, mancando di muscoli, non ponno opporre nessuna resistenza al vento, ed essendo affatto membranosi appena asciugati si accartocciano e diventano inetti a qualsiasi uso. (*Nota all' edizione italiana.*)

(1) Conchiglia tagliata transversalmente; — *t* i tentoni dell' animale; — *i* imbuto; — *p* piede; — *m* porzione del mantello; — *o* occhio; — *s* sifone.

(fig. 430), o s'allungano in siffatto modo da riuscire filiformi come nelle *loligo* (fig. 427), e più ancora nelle *loligopsis* (fig. 8). Invece nei cefalópodi tetrabranchi sono numerosissimi, gracili, e privi delle ventose (fig. 431).

§ 605. Quasi tutti i molluschi di questa classe sono notevoli pel molto sviluppo e la grande perfezione degli

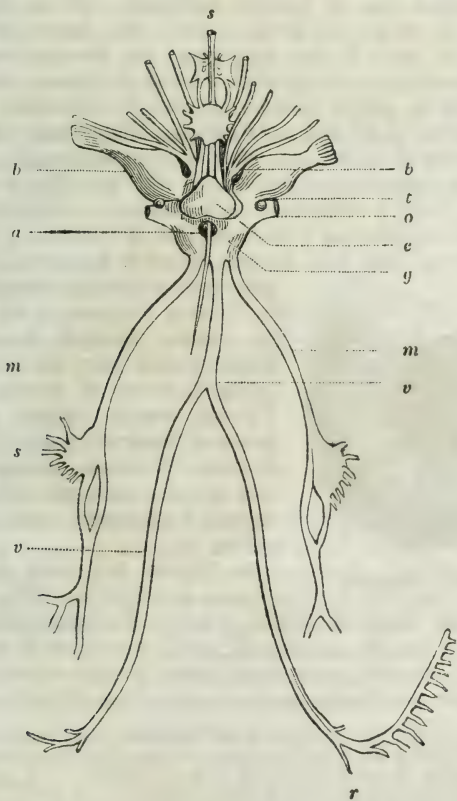



Fig. 432. *Sistema nervoso di una Seppia* (1).

(1) *a* collare nervoso che gira intorno all' esofago, il quale lo attraversa per quella via che è indicata dalla setola (*s*); — *c* massa nervosa posta anteriormente all'esofago e comunemente detta il cervello; sovr'essa sta un grosso tubercolo cordiforme che pel dinanzi manda due nervi, i quali presto fini-

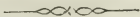
occhi, che hanno simili a quelli dei vertebrati. Parecchi possedono anche un apparato auditivo, ridotto però ad un sacchetto membranoso, il quale rappresenta il vestibolo ed accoglie un nervo. Infine il loro sistema nervoso è molto più complesso di quello lo sia negli altri molluschi, ed i diversi gangli circostanti all' esofago hanno molta tendenza a fondersi in una massa sola. Il colletto midollare che ne risulta si compone di un par di gangli cefalici che danno origine ai nervi ottici, ecc.; d' altro pajo posto più interiormente, ma sotto all' esofago, e che fornisce i nervi ai tentoni; infine di una coppia di gangli toracici da cui si dipartono i nervi del mantello, e di due cordoni che, decorrendo all' indietro, formano ad ambo i lati dell' addome un ganglio, da cui emanano i rami destinati al cuore, alle branchie, ecc.

§ 606. Tutti i cefalópodi sono marini; e tutti sono voracissimi, e si nutrono principalmente di crostacei e di pesci, che afferrano colle loro braccia flessibili e robuste, e sbranano colle acutissime mascelle. Taluni, come l'argonauta ed il nautilo, stanno nicchiati dentro conchiglie girate a spira, ma per quanto spetta la prima di queste specie v' è chi dubita tuttora se essa stessa si fabbrichi il nicchio in cui si trova, il quale ritengono fattura d' altro mollusco; considerando così l' argonauta come un parassita.

Fig. 433. *Ammonite.*

Si allogano in questa classe gli octopus o polpi (fig. 159), le argonauta (fig. 430), le seppie, le loligo o calamari (fig. 427), le loligopsis (fig. 8), i nautili (fig. 431); e così pure le ammoniti (fig. 433), le quali, quantunque ora si trovino soltanto petrefatte, hanno però molta analogia coll' ultima di quelle specie.

scono in un ganglio, da cui parte la sua volta una nuova coppia di cordoni. Questi giunti alla bocca ricingono l' esofago, e formano quel ganglietto anteriore da cui si dipartono i nervi labiali; — *b* gangli tentacolari dai quali nascono i nervi delle braccia; — *o* nervi ottici che partendo dai fianchi del cervello presto si gonfiano in un grosso ganglio; — *t* tubercoletti nervosi posti alla radice dei nervi ottici; — *g* ganglio sotto-esofageo o ventrale; — *v* gran nervo dei visceri, un ramo del quale presenta un ganglio allungato (*r*), ed entra nella branchia; — *m* nervi che provenendo anch' essi dal ganglio sotto-esofageo danno origine a quel grosso ganglio stellato (*e*), il quale si dirama nel mantello.

CLASSE DEI GASTERÓPODI.

§ 607. I gasterópodi sono molluschi conchigliferi che si muovono mediante un disco carnoso od una suola, la quale portano sotto il ventre (fig. 434), o con delle natatoje formate anch'esse colle stesse parti del corpo (fig. 438). La lumaca può essere citata come tipo di questa classe, la quale però comprende moltissime specie, parecchie delle quali stanno nicchiate entro gusci fatti di un pezzo solo, ed il più spesso girati in spirale; poche sono nude alla maniera dei lumaconi volgarmente noti. Il corpo dei gasterópodi è lungo, ed all'innanzi termina in un capo ora più ora meno sviluppato, sul quale si trovano da due a sei tentoni carnosi; il dorso è coperto di un mantello diversamente protratto all' indietro in forma di sacco membranoso, al qual organo si deve la secrezione che dà origine alla conchiglia. Infine sotto al ventre si trova la massa muscolare foggiata a suola, e che serve di piede. I visceri soprastanno al dorso e sono contenuti nello scudo, o nel cono formato della conchiglia, dentro la quale allora si celano costantemente, mentre invece l'animale sfodera la testa ed il piede ogniqualvolta vuol camminare, e ringuaina esse parti nell' ultimo giro di spira allorchè si contrae; quindi la capacità dell' ultima parte del guscio, e la sua apertura, rispondono sempre alla massa del piede. Quasi tutti i gasterópodi acquatici hanno la conchiglia spirale, ed inoltre talune portano saldato alla parte poste-

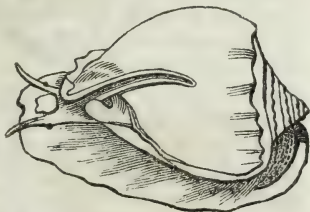



Fig. 434. Cassis.

riore del piede uno scudetto corneo o calcare, il quale si dice l'*opèrcolo* (fig. 435, *o*), e serve a chiudere l'apertura della conchiglia quando l'animale vi si è rintanato.

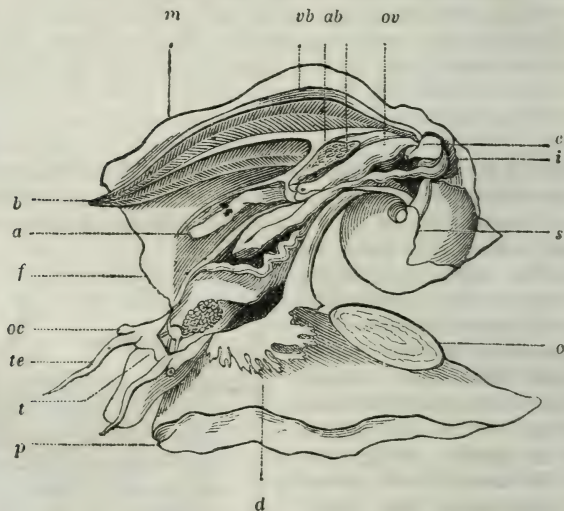



Fig. 435. *Anatomia di un gasterópode pettine-branchiato* (1).

§ 608. Il cuore, ch'è sempre aortico e quasi costantemente composto di un ventricolo e di una orecchietta, giace

(1) Anatomia del *Turbo pica*, fatta per mostrare la fabbrica della cavità respiratoria; — *p* piede; — *o* opercolo; — *t* tromba; — *te* tentoni; — *oc* occhi; — *m* il mantello tagliato pel lungo e rovesciato in modo da scoprire la cavità respiratoria; — *f* lembo anteriore di esso, il quale nella sua giacitura normale coprendo il dorso del mollusco lascia aperta pel disotto quella larga fessura da cui entra l'acqua per giungere alla branchia, — *b* la branchia; — *vb* vena branchiale che va al cuore (*c*); — *ab* arteria branchiale; — *a* ano; — *i* intestino; — *s* stomaco e fegato; — *ov* ovidotto. — Sotto la nuca si vedono il ganglio cefalico e le ghiandole salivali; — *d* membrana frangiata dal lembo inferiore sinistro dell'apertura della cavità respirante.

nella regione dorsale, al lato opposto a quello dove stanno gli organi riproduttori. Il sistema arterioso per l'ordinario è sviluppatissimo, invece il venoso rimane più o meno incompiuto, anzi talvolta manca affatto; sicchè il sangue per riedere dalle diverse regioni del corpo agli organi del respiro bisogna che attraversi le lacune e gli spazi interposti tra gli organi. E lo speco addominale, in cui sono contenuti tutti i visceri, viene perennemente irrorato dal sangue venoso.

Gli organi del respiro ora sono costrutti per funzionare nell'aria, ora per la vita acquatica. Nel primo caso constano di uno speco, sulle cui pareti i vasi sanguigni s'intrecciano in una rete intricatissima, e dentro il quale entra l'aria per un orifizio aperto sotto al lembo esteriore del mantello. Questa maniera di polmone (fig. 142) giace nella region dorsale dell'animale, e quando il mollusco è munito di una conchiglia corrisponde all'ultimo giro della spirale di quella. Invece i gasterópodi fatti per respirare sott'acqua hanno delle vere branchie, ora contenute in una cavità analoga a quella che negli antecedenti dà ricetto ai polmoni (fig. 435), altre volte interposte fra il mantello ed il piede, e talora anche sporgenti dal dorso, e che, sciolte in tutto il resto, fluttuano libere nel liquido ambiente. Citeremo quali esempi di gasterópodi polmoniferi la lumaca ed i lumaconi che vivono terrestri, ed i limnei (fig. 141), i planorbis, e le fise che s'incontrano nelle acque placide, dove di tanto in tanto

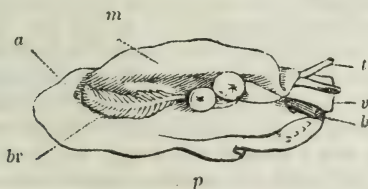



Fig. 436. Pleurobranchus (1).

(1) *m* il mantello rialzato per mostrare la branchia *br*; — *a* l'ano; — *b* la bocca o tromba; — *v* il velo; — *t* i tentoni; — *p* il piede.

salgono alla superficie del liquido per provvedersi dell'aria necessaria a respirare. Tra le specie che hanno le branchie chiuse in uno speco dorsale si allogano le volute, i búccini, le cipree (fig. 157), le haliotis od orecchie di mare, ecc. Le patelle, ed i pleurobranchi (fig. 436), portano quegli organi dentro la grondaja che divide il piede dal mantello; nelle dóridi (fig. 43) infine, nelle eolidie (fig. 437), ecc., si s'alzano come pennelli, o si distendono quasi coreggie alla superficie dorsale del mollusco.

Fig. 437. Eolidia.

§ 609. La bocca dei gasterópodi è circondata da labbra contrattili, e talvolta armata di denti cornei infissi al palato. In moltissime specie l'esofago anteriormente è molto crasso e protende in una maniera di proboscide. Nello stomaco di certuni si trovano dei pezzi cartilaginei o cornei che servono a macinare gli alimenti. L'intestino gira, aggrovigliato su sè stesso, tra i lobi del fegato e l'ovario; infine l'ano (*a*, fig. 436) s'apre quasi sempre a destra dell'animale e talvolta poco lungi dalla testa.

§ 610. Gli organi della sensibilità degli animali di questa classe sono molto più semplici di quelli dei Cefalópodi; i tentoni, di cui quasi tutti portano guernita la fronte, servono al tatto o forse anche all'olfatto. Non si seppe trovare nessun organo che possa supporsi adetto all'audizione; e gli occhi talvolta mancano, o quando pure esistono sono minuti, semplicissimi, ora aderenti alla testa, ora posti alla base, ai fianchi, o sull'apice dei tentoni. Infine anche il sistema nervoso è meno svolto di quello che s'ebbe a descrivere nella classe antecedente, e si compone più ch'altro di un ganglio cefalico e di un altro toracico, che abbracciano l'esofago come un monile. Taluni gasterópodi vivono all'asciutto, altri nelle acque dolci, ma la maggior parte si

trova nel mare. In generale sono fatti per arrampicare come le lumache, i limnei (fig. 141), o le ciprec (fig. 157); altre volte non ponno che nuotare, come ce ne fornisce un esempio la carinaria (fig. 438).

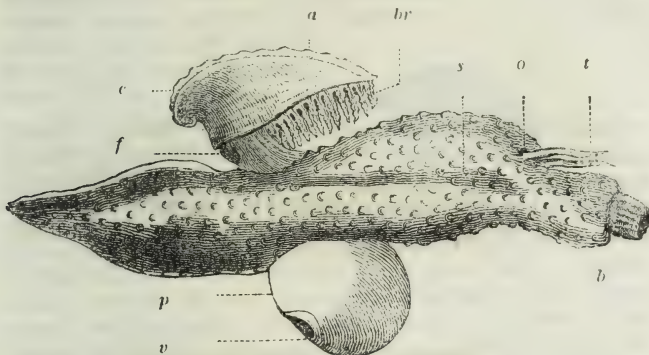



Fig. 438. Carinaria (1).

CLASSE DEI PTERÓPODI.

§ 611. I Pterópodi, come si è detto più sopra, sono piccoli molluschi che hanno la testa distinta dal corpo, e trovansi architettati per fluttuare e nuotare nelle acque; infatti portano ad ambo i lati del collo due natatoje disegnate a foggia di ali (fig. 160). Taluni sono nudi, altri conchigliferi. Del resto la loro storia non presenta particolari degni, per parte nostra, di più lunga attenzione.

(1) *b* bocca; — *t* tentoni; — *o* occhi; — *s* stomaco; — *br* branchie; — *a* ano; — *c* conchiglia; — *f* fegato; — *p* piede; — *v* piccola ventosa posta sul margine di quest'ultimo membro.

CLASSE DEGLI ACÉFALI.

§ 612. Tutti i molluschi dei quali si è discorso sinora hanno la testa distinta dal corpo, invece quelli di cui ci resta a dire, mancano di quella regione, e sono organati semplicissimamente. Essi hanno il corpo contenuto per intero nel mantello, quasi come un libro nella propria copertura, essendochè

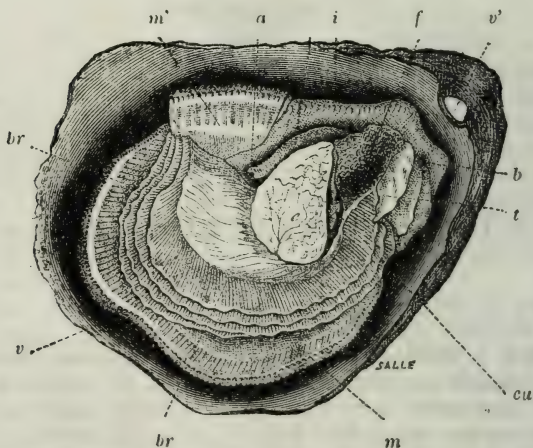



Fig. 439. *Anatomia di un'* Ostrea (1).

(1) *v* una delle valve della conchiglia; — *v'* cerniera; — *m* uno dei lobi del mantello; — *m'* porzione dell' altro lobo che fu rovesciato e troncato;— *c* muscoli d' attacco colla conchiglia; — *br* branchie; — *b* bocca; — *t* tentoni labiali; — *f* fegato; — *i* intestino; — *a* ano; — *cu* cuore.

la pelle del dorso non vi aderisce che verso il mezzo, e getta a dritta ed a mancina due veli che coprono tutto l'animale (fig. 439), oppure altre volte si uniscono per modo che rimangono due sole aperture, l'una posta in sul davanti, l'altra posteriormente, dando anche origine a due lunghi tubi pei quali entra ed esce l'acqua richiesta dalla respirazione (fig. 440). Il mantello è contenuto in tutto od in parte nei due battenti, o, come si dicono, nelle due *valve* della conchiglia, le quali superiormente s'uniscono e si articolano per una cerniera, fatta di un legamento elastico che tende a divaricarle appena si rallentano certi muscoli che, decorrendo dall'una all'altra, quando sono contratti le tengono vicine. I visceri stanno raccolti in una massicella sottostante alla regione dorsale del mantello; e la parte ventrale del corpo il più spesso allungandosi dà origine ad un piede un po' analogo a quello dei gasterópodi, ma molto meno adatto alla locomozione. Talvolta la respirazione avviene per la stessa parete interna del mantello, che nelle terebratole ed in altre specie presenta a quest'uopo una rete vascolare ricchissima; però in generale esiste un apparato branchiale apposito e molto svolto, composto di una doppia coppia di lamine membranose finamente striate, e sospese tra il piede ed il mantello (fig. 139). La bocca è pur essa nascosta tra le pieghe del mantello, e s'apre ad una delle estremità della base dell'addome; è sempre sdentata, e per l'ordinario guernita di due paja di appendici labiali simili a dei tentoni lamellari. Lo stomaco è molto capace, e l'intestino gira ripetutamente intorno al fegato prima di giungere alla base dell'addome ed aprirsi nell'ano. Il cuore suole soprastare alla massa viscerale (fig. 154), e si compone di un ventricolo aortico e di una o due orecchiette, destinate a ricettare il sangue proveniente delle branchie. Il quale ventricolo generalmente è fusiforme, e, con esempio senza pari, viene attraversato dall'intestino retto. Infine la parte principale del sistema nervoso si riduce a un doppio pajo di ganglietti, collegati mediante le solite commessure, i quali sono molto distanti fra loro, trovandosi l'uno sopra la bocca, l'altro sotto l'ano.

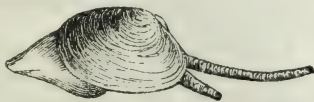



Fig. 440. Tellina.

Le funzioni di relazione sono sempre poverissime, e la maggioranza di questi molluschi può appena mutar posizione puntando col piede o chiudendo bruscamente la conchiglia, nel qual atto l'acqua che ne viene lanciata fuori imprime loro un urto di rimbalzo (1); moltissimi poi vivono immobili in fondo alle acque o nascosti nelle sabbie, e taluni si attaccano alle rocce mediante dei fiocchi di fili cornei o sericei che segregano dal piede, e si dicono il *bisso* (2).

§ 613. Questa classe si divide, secondo la presenza o l'assenza delle branchie lamellose, nei due ordini dei **LAMELLIBRANCHI**, che comprende i mitili, le aronde o madreperle (fig. 441), i pettini, le mactre (fig. 154), i cardii (fig. 442),

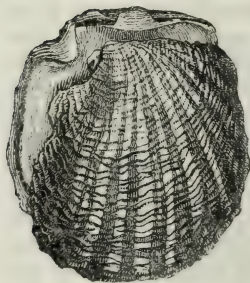



Fig. 441. *Conchiglia delle perle* (Aronda perlifera.)

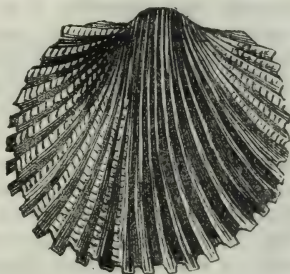



Fig. 442. Cardium.

(1) Alcune specie del genere *lima*, il legamento delle quali è elasticissimo, aprono e chiudono le valve della conchiglia così rapidamente e con tanta forza che, urtandone la superficie, balzano ripetutamente sul mare con una velocità maggiore d'ogni credere. (*Nota all'edizione italiana.*)

(2) Questo prodotto in alcuni paesi viene filato e tessuto, e con esso si fanno quei guanti, o le borse o gli altri lavori di maglia bruno-dorata che ci provengono talvolta dall'isola di Sardegna, da Napoli, ecc. Si avverta però che pare gli antichi dicessero *byssus* una materia affatto diversa e probabilmente il cotone. (*Nota all'edizione italiana.*)

i soleni, le terèdini, ecc.; e dei BRACHIOPODI, così detti dall'aver certe braccia muscolari le quali suppliscono al piede, come può vedersi nelle terebratole (fig. 443 e 444).

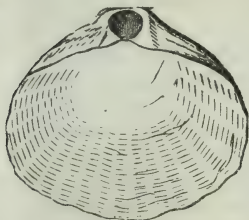



Fig. 443. Terebratula.

Fig. 444. *Animale della stessa.*

SOTTO-BRANCA

DEI MOLLUSCOIDI O TUNICATI.

§ 614. Raccogliamo in questa classe certi animali che alcuni zoologi allogano tra i veri molluschi, altri tra i zoofiti; la quale discrepanza d'opinione pare dipenda delle troppe scarse conoscenze che si ebbero per lungo tempo intorno alla loro struttura; ora però che se ne studiarono meglio le condizioni anatomiche e fisiologiche si vede che sono tutti architettati sul medesimo piano generale, e che in certo modo segnano un grado di transizione tra gli uni e gli altri. Tutti hanno un tubo digerente distinto ed aperto all' uno dei capi, e sono muniti di un apparato branchiale sviluppatissimo (fig. 445); nel maggior numero si scorgono tuttavia le tracce di un sistema nervoso, non però gli anelli gangliari che si notarono nei veri molluschi; infine moltiplicano indistintamente e per talli e per uova, dando origine a delle aggregazioni di individui più o meno confusi tra loro.

Essi sono tutti acquatici, e siccome si trovano architettati su due tipi generali, così vogliono essere scompartiti nei due gruppi, o classi, dei *veri tunicati*, e dei *briozoari* o pólipi cigliati.

§ 615. I veri TUNICATI (§ 446) sono forniti di un ampio mantello fatto a sacco, che anteriormente all' addome, ossia alla massa viscerale, costituisce un atrio respiratorio, dentro il quale stanno le branchie variamente disposte; inoltre hanno un cuore e dei vasi sanguigni. Ma il liquido nutritivo vi circola con condizioni tutte proprie, essendochè mutando periodicamente di direzione ciascun canale compie alternamente gli ufizj di arteria e di vena. In questa classe si allogano le bifore (fig. 466), le pirosoma, e le ascidie (fig. 155), che si distinguono in semplici ed aggregate; l'ultime delle quali as-

Fig. 445 Plumatella (1).

sumono spesso un aspetto fitoide. Merita speciale menzione il fatto che le generazioni successive delle bífore non si assomigliano, ma compongonsi alternativamente d'individui aggregati e d'individui solitarj; i primi dei quali sono ermafroditi, e generano ciascuno un individuo novello che vive sciolto, e non possiede organi sessuali, ma svolge per talli una catena di individui aggregati. Questi strani animali sono piuttosto frequenti nel Mediterraneo.

§ 616. I BRIOZOARI (*animali muscoidei*), confusi sino a questi ultimi tempi coi pólipi più semplici, hanno il mantello meno svolto delle bífore e le branchie nude; i quali ultimi organi consistono in una coroncina di tentoni, posti in giro alla bocca e guerniti in sui lembi di cigli vibratili (fig. 455); l'ano s'apre in essi poco lungi da quel primo orifizio; ed il liquido nutriente si spande tra i visceri ed il mantello,

(1) *a* gruppo di plumatelle nelle loro dimensioni naturali; — *b* altre ingrandite e vedute in diverse posizioni; — *c* ano.

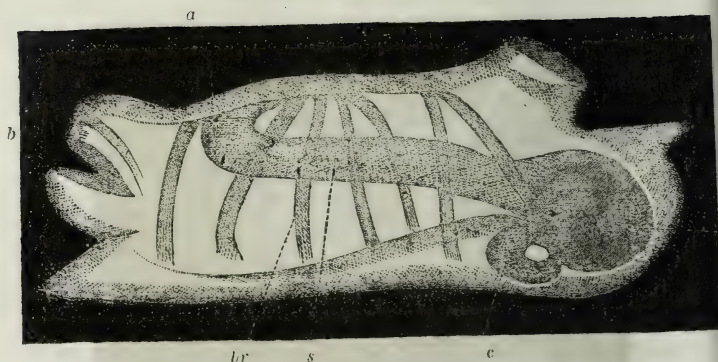
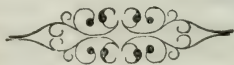
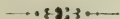
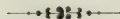



Fig. 446. Bifora (1).

non che nell' interno dei tentoni, ma però non è mai mosso dal cuore; infine la parte inferiore del mantello, divenendo il più spesso solida, costituisce una maniera di tubo o di cella, ora cornea, ora calcarea, in cui l'animale può essere contenuto per intero. In generale questi esseri, microscopicamente minuti, vivono aggregati in masse più o meno numerose. Quantunque la maggior parte abiti nel mare pure se ne incontra qualche specie anche nelle acque dolci; tra le quali ricorderemo le alcionelle e le plumatelle (fig. 445), non rare negli stagni; e tra le prime le flustre, le retèpore e le vescicularie.

(1) *b* bocca; — *a* ano; — *m* cinghie muscolari che fasciano la grande cavità faringea o respiratoria; — *br* branchie; — *s* massa viscerale, la quale contiene lo stomaco, il fegato, ecc.; — *c* cuore.

BRANCA DEI ZOOFITI.

§ 617. L'organismo delle specie comprese in questa quarta ed ultima branca del Regno Animale è molto inferiore a quello di tutte le altre specie, e le diverse parti della loro economia invece d'essere disposte pajo a pajo lateralmente ad un piano longitudinale, s'aggruppano intorno ad un asse o ad un punto centrale, sicchè il corpo loro riesce raggiato o sferico. Il sistema nervoso è rudimentale o nullo, e manca qualsiasi stromento speciale dei sensi; quando non abbiano qualche analogia cogli occhi certe macchiuzze colorate che taluni infatti considerano come tali.

S'è già detto che i zoofiti variano facilmente nelle forme esteriori, certuni assomigliando anche piuttosto a delle piante che non ad animali; le quali variazioni portarono a scompartirli nelle cinque classi: degli *echinodermi*, degli *acalefi*, dei *pólipi*, dei *poligástrici*, e degli *spongiali*.

CLASSE DEGLI ECHINODERMI.

§ 618. Gli echinodermi (fig. 134 e 161) sono animali raggiati, coperti di un grosso tegumento il quale spesso è sorretto da uno scheletro compatto (fig. 447); internamente riescono

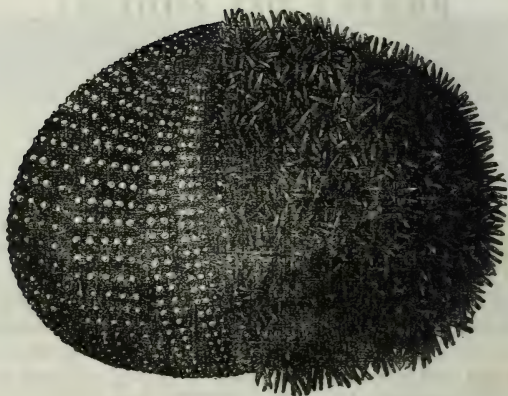



Fig. 447. Echinus (1).

molto complessi. Destinati a muoversi in fondo alle acque in generale portano a quest' uopo una foresta di piccoli tentoni retrattili, che sporgono dagli spessissimi pori dei quali sono crivellati i tegumenti solidi, e in punta funzionano come ventose. La cavità digestiva delle oloturie, degli echini e di quasi tutti i zoofiti consta di un tubo aperto ad ambe le estremità; in altri però, come nelle asterie, si presenta come canale chiuso, guernito in giro di appendici più o meno ramose, e dall' unico orifizio del quale entrano gli alimenti, e vengono rejette le feci. Gli echinodermi hanno un apparato di circolazione ben svolto, ed inoltre primeggiano per la complicazione e perfezione dell' organismo restante. Vivono tutti nelle acque marine, e si scompartono nei tre principali gruppi: delle *oloturie* (fig. 161), degli *echini* (fig. 447), e delle *asterie* o stelle di mare (fig. 134).

Le Oloturie da ὁλοθούρια *coda-marina*, sono notevoli per l' architettura del loro apparato di respirazione, composto di tubi membranosi scompartiti come i rami di un albero, e nei quali l' acqua entra per una cloaca e per l' ano.

(1) Le spine della metà destra vennero tolte onde mostrare l' architettura dell' involucro solido.

CLASSE DEGLI ACALEFI.

§ 619. Gli ACALEFI, da ἀκαλήφη *urtica*, così detti perchè taluni quando vengono toccati producono nella pelle un bruciore simile all'orticazione, sono sempre molli e gelatinosi, si trovano fluttuanti nella marina, e sono essenzialmente organati per nuotare. Diversamente degli echinodermi la loro pelle è poco diversa dalle parti sottostanti, ed i visceri non trovansi contenuti in un apposito speco; quindi riescono semplicissimi. Infatti non contano tra gli organi interiori che uno stomaco, il quale generalmente s'apre tosto al di fuori con una bocca semplice, e da cui prendono origine dei canali che, spargendosi e suddividendosi nelle diverse regioni del corpo, intrecciano talvolta una vera rete vascolare.

La famiglia meglio conosciuta è quella delle meduse (fig 448), nella quale prendono posto i rizostomi (fig, 162) animali frequenti anche sulle nostre costiere, e notevoli per la peculiare disposizione dello stomaco, che non s'apre, come al solito, all'esterno con una bocca centrale posta nel mezzo ai tentoni, ma vi comunica mediante moltissimi canaletti i quali terminano nei pori apicali delle appendici. S'allogano pure tra gli Acalefi le beroe, che sono simili a piccoli palloncini; i cestis, foggiati a nastro e gelatinosi; e le physophora, le quali si disegnano come una ghirlanda gremita di fiori e di frutti.

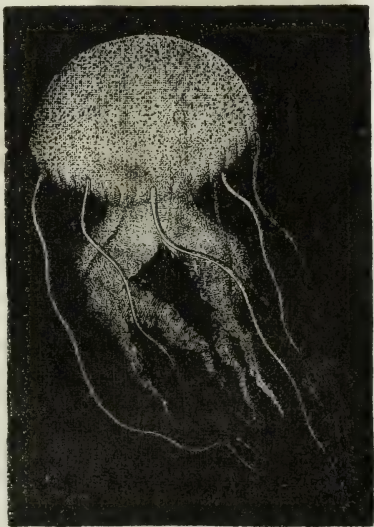



Fig. 448. *Medusa del genere* Pelagia.

CLASSE DEI PÓLIPI.

§ 620. Comunemente sotto questo nome s'usano confondere coi briozoarj, già descritti dove si trattò dei molluscoidi (§ 616), i veri pólipi i quali sono costrutti in modo ben diverso e molto più semplice. Infatti, hanno il corpo cilindrico, molle, e forato ad uno dei capi da una bocca centrale, coronata da tentoni più o meno numerosi, ma sempre sforniti di cigli vibratili (*a*, fig. 449); e quell'orifizio serve anche come ano, immettendo direttamente, per un tubo membranoso, in una grande cavità che s'estende per tutto il corpo, ed anzi superiormente continua nei tentoni. Cavità nella quale sono pur anco contenuti gli ovarj, che anzi si trovano sospesi alle sue pareti. L'estremità inferiore di un pólipo è così fatta che può aderire ai corpi estranei dai quali deve vivere inseparabile, ed in generale gran parte della sua pelle, consolidandosi, gli compone tutt'intorno un involucro corneo o calcareo analogo alle celle descritte parlando dei briozoarj. I veri pólipi somigliano altresì ai molluscoidi, perchè non si moltiplicano soltanto per uova, ma anche mediante dei talli, che nascono e si sviluppano sulla loro superficie, e vi rimangono perennemente annessi; ond'è che parecchie generazioni trovandosi, per così dire, innestate le une sulle altre, danno origine a delle masse più o meno grandi; e tutti gli individui che discendono da uno stesso stipite vivono sino ad un certo punto di una vita comune.

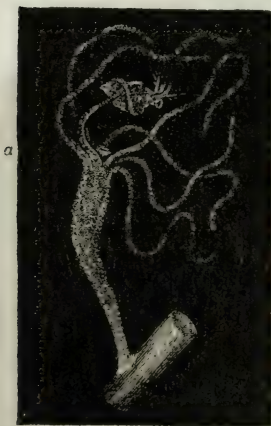



Fig. 449. Hydra.

La parte dell' involucro tegumentale che si potrebbe dire ossificata si disegna diversamente secondo la diversità delle specie, ed ora è foggiata in tubi, ora in cellole; per lunga pezza di tempo venne considerata come il semplice ricettacolo dei pólipi produttori, e le si diede il nome di *polipajo.* Talvolta cadaun pólipo ha un polipajo distinto; ma più di frequente i caratteri proprj a questi corpi sono forniti da un polipajo comune a tutta la massa; il quale può giungere a dimensioni notevolissime quantunque ogni singolo individuo per sè stesso sia molto minuto.

§ 621. Così certi pólipi dei mari intertropicali, grandi non più di qualche pollice, costituiscono delle isole intere. E talune specie di questa classe, quando si trovano in condizioni propizie, pullulano in siffatto modo che coprono delle lunghe catene di roccie, o dei vasti banchi sommersi. Le loro secrezioni petrigne ammonticchiandosi formano nuove terre, le quali vanno sempre crescenti pel continuo succedersi di ulteriori generazioni sulle spoglie delle preesistenti, le quali rimangono intatte anche dopo la morte dei loro dilicatissimi architetti. Così le scogliere da esse prodotte continuano ad alzarsi, sinchè, giunta a pelo d'acqua, tutta la colonia cessa di esistere, e quelle formazioni di crescere. Ma da quel punto la loro superficie diventa il campo di nuove serie di fenomeni prodotti dall' atmosfera; sovr' essa cioè germinano le sementi portatevi dai venti o dalle onde, si svolge una vegetazione lussureggiante, e presto quei cimiteri di zoofiti quasi microscopici si mutano in isole

Fig. 450. Sertularia.

abitate. Tale è l'origine di molte isole e di parecchi banchi dell'Oceano Pacifico, a cui pare che il più spesso serva di base il cratere di qualche vulcano spento, essendochè sono quasi sempre circolari, e in mezzo contengono una laguna che s' apre nel mare per un solo canale. Certe isole hanno più di dieci leghe di diametro.

§ 622. Quasi tutti i pólipi vivono nelle acque salse e pochissimi nelle dolci. Quelli a polipajo carnoso o corneo si trovano in ogni latitudine, gli altri che lo hanno petrigno sono speciali ai climi caldi, anzi vi si trovano abbondantissimi.

Talvolta i pólipi aggregati depositano dentro il tessuto comune una sostanza cornea o calcare che li sorregge internamente, e mettendo nuovi rami mano a mano vanno crescendo assumono l' aspetto di un albero. Tale è l' origine di quella materia che tutti conoscono col nome di *corallo* (fig. 164), la quale s' adopera come ornamento, e tra noi fornisce un ramo d' industria di non mediocre importanza, sia per la pesca che ne fanno i Genovesi della costa orientale, i Napoletani, i Siciliani ed i Sardi, i quali vanno a cercarlo sulle sponde delle isole italiane, di Barberìa, di Provenza, e delle Isole Balcari ; sia anche per la manifattura.

In questa classe s' allogano pure le attinie od *anèmoni di mare* (fig. 143), che hanno il corpo carnoso, e s' incontrano abbondantissime sugli scogli; le cariofillie e le asterie che entrano in molta parte nella formazione dei banchi di corallo, anzi talora vi predominano; infine lo stesso corallo (fig. 164); le sertularie (fig. 450), munite di un astuccio puramente corneo; i veretilli (fig. 451), che non aderiscono al suolo, ma solo si ficcano nelle sabbie con una delle estremità del tronco; e le idre, altrove e ripetutamente descritte (§ 347).

Fig. 451. *Pólipi del genere* Veretillum.

CLASSE DEGLI INFUSORII

VERAMENTE DETTI.

§ 623. Questi animaletti microscopici che si svolgono innumeri nelle acque inquinate di materie organiche, sino a quest' ultimi tempi vennero confusi coi rotíferi (§ 591), quantunque sieno costrutti molto diversamente, e solo perchè vi assomigliano alla grossa nelle forme esteriori. Infatti hanno il corpo ora rotondo, ora allungato, coperto di ciglietti, ed escavato da cavernette talvolta numerose, le quali si suppone facciano gli ufizj di altrettanti stomachi. Sembra che in talune specie quelle, diremmo, quasi ampolle, si aggruppino attorno un canale che s'apre al di fuori con ambedue le estremità (fig. 167); invece in altre pare che restino isolate; ma i naturalisti che attesero specialmente allo studio di questi esseri così minuti non s'accordano nel ritenere se esista una comunicazione diretta tra esse cavernette, ed il mondo esteriore. Le moltissime ricerche fatte per conoscere in qual maniera si propagano, portarono parecchi a credere che risultino direttamente dall'aggregazione di materie sciolte nell'acqua, che prima componevano le foglie, i muscoli od altri corpi organati; però questa generazione spontanea manca delle prove necessarie, e d'altronde si sa che, almeno in certi casi, nascono gli uni dagli altri. Del resto il loro modo di propagarsi concorda colla molta semplicità di struttura, perchè si moltiplicano anche per divisione spontanea, ed i frammenti che, ciò avvenuto, continuano a vivere, danno origine ciascuno ad un individuo simile a quello da cui si sono staccati.

Le loro forme sono svariatissime, quindi si dividono in parecchi generi, tra i quali citeremmo le ENCHELIDI (m, fig. 167) che sono oblunghe; i VOLVOCI, fatti a palla e

roteanti senza posa sul proprio asse, e le MONADI (i, fig. 167) le quali girano come atomi dentro al vortice che producono esse stesse nell' acqua. Il tingersi in sangue che avviene talvolta di notare negli stagni salati, è dovuto alla presenza di miriadi d' individui di una specie rossa di mónade.

CLASSE DEGLI SPONGIALI.

§ 624. Le spugne (fig. 166) e gli altri corpi costrutti analogamente, non hanno i caratteri più spiccati dell' animalità se non nei primordi di loro esistenza, perchè presto si sformano per modo che parrebbero piuttosto vegetali che animali. Nascendo somigliano a certi infusorii, ed hanno il corpo ovoide e sparso ovunque di cigli vibratili, i quali adoperano per nuotare, ricordando per questa condizione anche le minute larve di parecchi pólipi; ma presto aderiscono a qualche oggetto estraneo, si fanno immobili, non danno più sentore di sensibilità e di contrattilità, e infine perdono affatto la regolarità delle forme. La sostanza gelatinosa che li compone si fa cavernosa, l' acqua circola per entro i canali che vi si aprono per entro senza regola nè misura, e dentro quella polpa si sviluppano moltissimi fili cornei, e degli aghetti o spicule, ora calcari, ora silicei che, incrociandosi come un feltro e fatti simili ad un' impalcatura solida, servono a sorreggerla. Infine in date stagioni si vedono svolgersi dalla sostanza di queste masse amorfe dei corpicelli ovoidi o sferici, che cascano nei canali sopraindicati, e vengono esportati dalle correnti acquee, le quali vi passano perennemente per entro; da quei corpicciuoli nascono le larve o germi riproduttori, dotati, come lo si diceva testè, di facoltà locomotiva.

Si conosce un buon numero di spongiali che per la maggior parte vivono nei mari dei paesi caldi; e ve ne hanno anche sulle nostre coste. Nell' economia domestica si fa grande uso delle specie il tessuto delle quali è corneo ed elastico, e tra queste la spugna comune si raccoglie abbondantissima nel Mediterraneo; un' altra specie non meno diffusa in commercio proviene dai mari americani. Per prepararle agli usi cui le destiniamo basta separare, con ripetute lavature, la materia animale dallo scheletro corneo che essa involge.

DELLA DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEGLI ANIMALI.

§ 625. Onde avere un' idea generale del Regno animale non basta conoscere i fenomeni più notevoli che questi esseri manifestano nel decorso della vita, e la struttura dei corpi loro, e la meccanica delle funzioni che adempiono; ma bisogna altresì sapere in qual ordine si trovano distribuiti sulla faccia del globo, ed indagare l'influenza che esercitano su di essi le diverse condizioni in mezzo alle quali conducono la vita.

§ 626. Tosto si cominci a riflettere alla loro distribuzione geografica, si avverte la molta diversità del mezzo dentro il quale vivono. Gli uni stanno sempre immersi nell' acque, e muojono tosto che ne sono cavati fuori; altri non ponno esistere che nell' aria, e posti dentro un liquido vi affogano tosto. Infatti taluni sono destinati ad abitare quell' elemento, altri a vivere terrestri, e confrontati anatomicamente e fisiologicamente emergono chiare le ragioni di quel loro diverso destino.

Laddove si parlò della respirazione abbiamo notate le relazioni che decorrono costantemente tra l'intensità di questa funzione e l'energia vitale, e dissimo che i diversi animali consumano in un tempo dato tanta maggior copia di ossigeno quanto più alacremente si muovono e si nutrono: ora l'ossigeno devono attingerlo dai fluidi ambienti, e mentre in un litro d'aria esistono 208 centimetri cubici di quel principio vivificatore, d'ordinario una egual misura d'acqua non può fornirne all' incirca che 13. Dunque, onde le specie superiori, e tutte le altre che tengono un posto eminente nelle serie animali, possano respirare con quel-

l'attività che è necessaria all'esercizio delle loro facoltà, dovranno vivere piuttosto nell'aria che nell'acqua. Infatti un animale che ha continuo bisogno d'una misura di ossigeno maggiore di quella che può dargli l'acqua, immersovi per entro presto dovrà morire asfittico. A tutta prima è meno facile rendersi conto del perchè una specie acquatica esposta all'aria, cioè in un mezzo più ricco di ossigeno di quello nel quale si trovava, non possa mantenervisi viva. Ma riflettendo a certe circostanze si potrà sino ad un certo punto vederne le ragioni. La fisica c'insegna che un corpo pesato esattamente nell'aria, indi nell'acqua, in quest'ultima riesce più leggiero, richiedendosi per contrapesarlo un peso equivalente a quello che lo bilanciava nell'aria, meno il peso del volume d'acqua ch'è spostato dal suo stesso volume. Dal che risulta che le specie, i tessuti delle quali sono troppo flosci per sostenere la gravezza dell'atmosfera, trovandosi in essa si deprimono sino a rendersi inette a qualsiasi funzione organica; mentrechè quegli stessi tessuti non trovando nell'acqua una pari resistenza conservano facilmente le dovute relazioni, e concedono all'animale di vivere senza ostacolo. Basterebbe questa sola ragione per spiegare come le specie gelatinose e, per esempio, gli infusorii e le meduse, sono sempre necessariamente acquatiche; infatti quando si osserva uno di questi esseri delicatissimi dentro un liquido si vede che tutte le sue parti anche le più gracili si mantengono nelle loro posizioni normali e fluttuano sciolte, ma tosto messo a secco tutto il corpo appassisce, e non presenta altro che una massa informe e confusa. Questa influenza della densità del mezzo ambiente sul gioco meccanico degli stromenti vitali si manifesta anche negli animali più perfetti, che tuttavia respirano mediante appendici membranose disegnate a celle, a cespugli od a fiocchetti. Così le branchie degli anellidi, ed anche quelle dei pesci, le quali constano di fili flessibili, diguazzando facilmente nell'acqua permettono al fluido respirabile di venire a contatto di tutta la loro superficie; invece esposti all'aria tutti quei filamenti molli premono l'uno sull'altro pel loro peso naturale, quindi, fosse pure per quest'unica ragione, l'ossigeno non può più venir assorbito dall'apparato della respirazione.

Questa funzione trovandosi così impacciata l'animale muore asfittico nell'aria, mentre nell'acqua incontrava

tutte le condizioni richieste per respirare liberamente. In vista di queste variazioni di stato fisico, che subiscono gli organi secondochè esposti all' asciutto, od immersi in un liquido, gli anatomici, quando vogliano studiare la struttura di alcune parti molto dilicate, usano prepararle dentro l'acqua, perchè allora rimanendo sospese e conservando i loro rapporti naturali come se fossero più robuste, torna loro più facile lo ispezionarle colla dovuta diligenza ed il riconoscerne gli andamenti. Tutti i tessuti organici, quando sono giunti ad un certo punto di prosciugamento, perdono le proprietà fisiche, anzi gli animali cessano di vivere quandochè esposti ad una forte evaporazione, e quelli tra essi che non si trovano naturalmente garantiti da simile perdita muojono tosto venuti a contatto coll'aria. Per soddisfare alla quale esigenza ed impedire quell'evaporazione l'economia animale deve essere architettata in maniera complicatissima. Infatti perchè la respirazione riesca attiva bisogna che la superficie respirante si trovi contenuta nel profondo di qualche cavità interiore, dentro la quale però l'aria possa rinnovarsi nella misura richiesta; onde poi questa rinnovazione sia sicura è necessario che all'apparato della respirazione si aggiungano degli organi motori appositi. Inoltre per prevenire il disseccamento di una parte qualsiasi della superficie del corpo, bisogna che i liquidi vi circolino per entro facilmente ed attivamente, o che sia coperta di una tunica poco permeabile. In prova di che i pesci siccome hanno la circolazione lenta, quantunque compiuta, e la rete dei capillari non molto fitta, è facile vedere come presto soccombono allorquando si faccia asciugare anche la sola metà del loro corpo, fosse pure la posteriore; cioè appena questa si esponga all'aria, lasciandone tutto il resto immerso nel liquido che forma il loro ambiente abituale.

Potremmo inoltre soggiungere che dentro l'acqua l'alimentazione può eseguirsi mediante organi di prensione, e movimenti meno perfetti di quelli che si richiedono nell'aria, essendochè nel primo di quei mezzi i corpi si spostano con molto maggiore facilità. Così le funzioni più essenziali alla vita s'esercitano più agevolmente in seno alle acque che nell'atmosfera terrestre, perchè in quest'ultimo mezzo si esigono degli stromenti fisiologici molto più complessi e perfetti; ragione per la quale gli esseri più umilmente posti nella scala animale sono tutti acquatici. Se i prodotti della creazione si

succedettero gli uni agli altri ripetendo lo stesso ordine di forme organiche per le quali vediamo passare ogni singolo animale avanti giungere all' ultimo suo compimento, si può conchiudere che i primi animali vissero nel seno delle acque; il che s' accorda colle osservazioni dei geologi e le narrazioni bibliche.

Dietro ciò il fisiologo può rendersi ragione della ripartizione attuale degli animali nei due elementi che si dividono l' impero del globo, la terra e l' acqua. Ma queste non sono le sole differenze che avviene di notare nella distribuzione geografica degli esseri animati. Quando un naturalista, perito nella conoscenza della fauna del suo paese, muove pellegrinando in regioni lontane, mano mano se ne allontana incontra animali a lui nuovi, che poco dopo cedono il luogo ad altre specie non meno diverse di quelle che gli sono famigliari.

Se, per esempio, lasciate le costiere nostre mediterranee, si porta su quelle del mezzodì dell'Africa non troverà più che poche specie simili alle europee, ma vi rinverrà degli elefanti muniti di larghe orecchie, degli ippopotami, dei rinoceronti bicornuti, delle giraffe; e branchi numerosi d' antilopi e di zebre, il bufalo del Capo che ha tutta la fronte coperta dalle larghissime basi delle corna, il leone a giubba corta, il chimpanzè, il quale fra tutti gli animali meglio s' assomiglia all' uomo, il cinocefalo o scimmia a muso di cane, e specie particolari di avoltoi, e torme di uccelli vistosamente colorati, affatto estranee all' Europa, ed insetti di forme ben diverse dei nostri, e notevoli per la loro abitudine, quali sarebbero le termiti fatali, che, raccolte in colonie sterminate, erigono in comune degli edifizj strani ed altissimi.

§ 627. Lasciato il Capo di Buona Speranza, se s' inoltra nella vasta isola di Madagascar gli si svolge dinanzi una fauna non meno diversa. Alla quale mancano i grandi quadrupedi che ebbe a vedere in Africa, e tengono luogo delle scimmie certi mammiferi architettati anch' essi per arrampicare sugli alberi, ma più affini ai carnivori, cioè quelle specie che i naturalisti dicono makis ; quivi pure vedrà l'*ai-ai*, stranissimo animale, che ha della scimmia e dello scojattolo, e che gli abitanti di quelle contrade venerano con un culto speciale; i centenes, piccoli quadrupedi insettivori ch' hanno il dorso irto come i nostri porco-spini, ma non si rotolano in una palla ; il camaleonte a naso forcuto, e

certi rettili bizzarri affatto proprj a quel paese; ed insetti che non gli sono meno caratteristici.

§ 628. Proseguendo il cammino, e giunto nelle Indie, rivedrà bensì degli elefanti, de' buoi, degli orsi, dei rinoceronti, delle antilopi, dei cervi; ma gli sarà facile riconoscerli siccome spettanti a specie diverse da quelle d'Affrica e d'Europa; inoltre si avverrà per la prima volta nell' orang-utang, ed in moltissime scimmie, nella tigre reale, nell'argo, nel pavone, nei fagiani, tutti speciali a quelle contrade; ed in uccelli, in rettili, in pesci altrove ignoti.

§ 629. Nè gli sarà meno inaspettata la fauna della Nuova Olanda, molto più diversa dalle antecedenti di quello che lo sieno tra loro le altre già visitate; perchè invece dei rappresentanti dei nostri buoi, dei cavalli, degli orsi o dei grandi carnivori, quivi stanziano i kanguri, i falangieri volanti, e gli ornitorinchi.

§ 630. Infine, se ripatriando attraversa i vasti continenti d'America, ecco svolgerglisi dinanzi una fauna analoga bensì a quella del Mondo antico, ma composta di specie differenti; e le moltissime scimmie della quale sono fornite di coda semplice; i grandi carnivori un po' diversi dei nostri leoni e delle nostre tigre; i bisonti, i gliamas, i dasypus gli saranno animali affatto nuovi, e così pure parecchi uccelli, rettili ed insetti.

§ 631. Nè avviene di notare una simile diversità di animali soltanto osservando quelli che vivono sui diversi continenti, ma ben anche quando si prendano ad esame gli abitatori svariatissimi delle acque. Passando dalle coste d'Europa all'Oceano indiano, e da quivi nei mari d'America, s'incontrano pesci, molluschi, crostacei e zoofiti particolari a ciascuno di quei paraggi. La quale localizzazione delle specie acquatiche e terrestri è così evidente che appena un naturalista sia uso a riflettervi indovina tosto da quale contrada provengono la collezione che gli si presentano ad esaminare, essendochè la fauna d'ogni contrada ha una fisonomia che le è propria, e si trova caratterizzata da certe specie più o meno notevoli.

§ 632. I naturalisti immaginarono molte ipotesi per rendersi conto di questa distribuzione degli animali sulla superficie del globo; però nello stato attuale della scienza è impossibile spiegarla in modo soddisfacente, quando non si voglia ammettere che nei primordj dell'attuale periodo geologico

attuale le diverse specie si trovavano disseminate in diverse contrade, da dove si sparsero mano a mano, più o meno largamente, sulla faccia del globo.

Ma ora sarebbe cosa impossibile il voler scoprire tutti quei centri zoologici, perchè ognun vede quanto facilmente due regioni, le faune delle quali prima erano distinte, ponno essersi scambiati i prodotti, sino a presentare attualmente ambedue le stesse specie; però laddove ci avverrà di notare che una contrada è abitata da gran numero di animali, i quali non si trovano in altri luoghi posti in condizione molto simili, si avrà diritto a concludere che essa parte del globo costituisce una regione zoologica a sè.

Il naturalista non deve dunque cercare *in che modo i diversi punti del globo sieno ora abitati da specie diverse*, ma bensì *come gli animali hanno potuto spandersi per vaste tratte di paese, e come incontrassero in quelle loro emigrazioni degli ostacoli diversi secondo la diversità delle specie a cui appartengono.* La quale ultima questione ci si presenta tostochè riflettiamo alla diversa estensione che hanno le patrie dei differenti esseri animali. Se l'orang-utang è relegato nell'isola di Borneo, e nelle terre circonvicine, il bue muschiato nell'America settentrionale, il gliama nelle alte regioni del Perù e del Chili, d'altra parte troviamo l'anitra selvatica comune da per tutto, dalla Lapponia al Capo di Buona Speranza, e dagli Stati Uniti alla China ed al Giappone.

Le condizioni che aiutano la diffusione delle specie sono di doppia origine, le une dipendendo dalla natura stessa dell'animale, le altre da cause a lui estranee. Stanno tra le prime la sua maggiore o minore attitudine locomotiva; a circostanze eguali è certo che le specie, le quali vivono aderenti al suolo, ed hanno la mozione imperfetta, rimarranno dentro più brevi confini di quelli ai quali ponno allargarsi le altre che compiono quella funzione con molta energia e rapidità; quindi fra tutti gli animali terrestri i più facilmente cosmopoliti sono gli uccelli, e fra gli acquatici i cetacei ed i pesci. Invece i serpenti sono pressochè tutti speciali ad un breve tratto di paese, il che avviene pure nella maggioranza dei molluschi e dei crostacei. Concorre a favorire la diffusione delle specie anche l'istinto migratorio, che abbiamo visto esistere in parecchie di esse.

Fra le circostanze estranee all'animale, e che si potreb-

bero dire eventuali, indicheremo per la prima l'azione dell'uomo, a provare la quale bastano pochi esempj. Il cavallo è originario dalle steppe dell'Asia centrale, e quando fu scoperta l'America mancava a quel nuovo continente; introdottovi dagli Spagnuoli, non sono ancora tre secoli, ora non solo abbonda presso tutti i popoli compresi tra la baja d'Hudson, e la Terra del Fuoco, ma tornato alla vita selvaggia s'incontra in mandre numerosissime. Così dicasi del bue domestico che, trasportato dall'antico al Nuovo Mondo, moltiplicò siffattamente, e più che altrove nelle regioni meridionali, ch'ivi fornisce alle grandiose caccie fatte nel solo intento di metterne in commercio le pelli per la fabbricazione dei cuoi. Anche il cane si diffuse ovunque accompagnando l'uomo; e fra gli animali fattisi cosmopoliti ricorderemo il ratto, il quale, oriundo, a quanto pare, dall'America, invase l'Europa nel medio evo, ed ora si trova perfino nelle isole dell'Oceania.

Talvolta gli animali superarono ostacoli che a tutta prima si giudicherebbero invincibili, e si diffusero più o meno largamente favoriti da circostanze in apparenza di minimo conto; così un frammento di ghiaccio od un pezzo di legno tratti dalle correnti bastano a condurli in luoghi anche lontanissimi; spesso avviene di trovare, a centinaja di leghe dalle sponde, dei fuchi galleggianti dentro i quali annidano dei piccoli crostacei d'altronde troppo deboli per lasciare da sè i lidi che gli hanno visti nascere. Quella gran corrente marina che, uscita dal golfo messicano, costeggia l'America settentrionale sino all'altezza di Terra-Nuova, da dove si dirige verso l'Islanda e l'Irlanda, poi ritorna per le Azzore, getta di frequente sulle sponde europee dei tronchi d'alberi sradicati dal Mississipì, nei paesi più interni del Nuovo Mondo, e da quel fiume tradotti al mare; i quali legni non di raro sono trivellati dalle larve di alcuni insetti, o portano aderenti delle uova di molluschi, di pesci, ecc. Infine avviene che gli uccelli contribuiscano in modo inaspettato a questa dispersione degli esseri viventi, perchè non digerendo le uova che ingojano, quando le evacuano in molta distanza da dove le presero, ponno introdurre in data località i germi di una razza che prima vi era ignota.

Però malgrado questi mezzi di trasporto, ed altre condizioni atte a favorirne la diffusione, gli animali veramente cosmopoliti sono pochissimi, ma quasi tutti vivono accasati

dentro confini più o meno ristretti. Ciò che il più spesso può giustificarsi riflettendo alle circostanze che d'altra parte mettono ostacolo a quella diffusione. Diciamo il più spesso, perchè se infatti riesce talvolta impossibile l'indovinare le cause della diffusione di certe specie, d'altra parte non è meno arduo il trovare le ragioni per le quali altre si rinvengono in una data località non in quelle vicine le quali, a quanto sembra, non ne differiscono nelle condizioni richieste alla di lei esistenza.

§ 630. Checchè ne sia, gli ostacoli che incontrano le specie per diffondersi sono ora affatto meccanici, altre volte fisiologici; tra i primi devono notarsi i mari e le alte catene montuose. Infatti, appena i mari siano un po' larghi riescono generalmente una barriera insuperabile per le specie terrestri, ed a condizioni del resto pari si vede che la mistura di due faune distinte è tanto maggiore quanto più le regioni a cui spettano sono geograficamente vicine, o comunicano fra loro per terre intermediarie. Così l'Oceano Atlantico impedisce alle specie proprie all'America tropicale di diffondersi in Affrica, in Europa ed in Asia, e le faune del Nuovo Mondo e dell'antico differiscono più che altrove nelle latitudini le più alte perchè quivi quei due continenti si avvicinano. L'America poi restando separata dall'Asia pel solo stretto di Bering, e connessa coll' Europa settentrionale per la Groenlandia e l' Islanda, i prodotti zoologici di queste terre si scambiano facilmente, anzi v' hanno delle specie comuni ai due mondi: come l' orso bianco, le renne, i castori, l' ermellino, il falco pellegrino, l'aquila a testa bianca, ecc.

Anche le alte catene, frapponendo tra le faune una barriera naturale ed insuperabile, concorrono a tenerle distinte. I due versanti della Cordigliera delle Ande sono abitati da specie molto diverse, e gli insetti, per esempio, della regione brasiliana differiscono quasi tutti da quelli del Perù e della Nuova Granata.

La diffusione degli animali marini incoli delle coste trovasi essa pure impedita dalla configurazione geografica del globo, mettendo ostacolo ora una lunga tratta di terreno, ora una troppo vasta estensione di mare. Quindi moltissimi animali del Mediterraneo, mentrechè si trovano anche nella regione europea dell'Atlantico, mancano ai mari indiani, quantunque separati dal Mediterraneo per la breve larghezza dell'istmo

di Suez; e così pure non avendo essi potuto attraversare l'Oceano non si incontrano sulle coste del nuovo continente.

§ 634. Le circostanze fisiologiche poi sono più numerose; e principalissima deve tenersi la diversa temperatura dei paesi. Poche specie ponno subire, come l'uomo ed il cane, tanto un gran caldo come un freddo intenso, perchè in generale non prosperano, e moltissimi anzi non vivono, che ad una temperatura determinata. Le scimie, per esempio, tanto abbondevoli nelle regioni tropicali, portate tra noi muojono presto di etisia pel troppo freddo e per la soverchia umidità; ed invece le renne, predestinate ai rigori dei crudi e lunghissimi inverni della Lapponia, a Pietroburgo soffrono per troppa caldura, e soccombono nei climi appena temperati. Quindi spessissimo bastano le sole diversità del clima per arrestare le specie che tenderebbero inoltrarsi dalle alte latitudini verso la linea, o dalle regioni equatoriali si porterebbero verso i poli. Questa stessa influenza della temperatura sull'economia animale ci spiega perchè certe specie rimangono circoscritte ad una catena di monti, senza spingersi più lontane in luoghi analoghi. Sappiamo che la temperatura decresce coll'alzarsi del terreno, quindi gli animali che vivono a molta altezza non ponno giungere altrove in luoghi analoghi senza discendere nelle pianure di paesi che hanno una temperatura troppo diversa da quella che è ad essi necessaria per vivere. Il gliama tanto frequente nei pascoli del Perù e del Chili, alti da quattro o cinque mila metri sul livello del mare, si distende sino all'estremità della Patagonia, ma non si trova nè al Brasile, nè al Messico, essendo questi paesi separati dalla sua dimora da contrade per lui eccessivamente caldi.

Influiscono pure sulla indigenazione delle specie esotiche la vegetazione e la fauna preesistenti. Così i bachi da seta non ponno essere portati oltre i confini dentro i quali prospera il gelso, e le cociniglie al di là delle latitudini in cui vegetano i cacti; ed i maggiori carnivori, a meno che non vivano di pesci, non ponno esistere nelle regioni polari, essendochè ivi la vegetazione è troppo povera per sostentarvi un numero di quadrupedi erbivori sufficiente al loro consumo.

§ 635. Ci sarebbe facile moltiplicare gli esempi di simili rapporti tra l'esistenza di una specie animale in un dato luogo, e quella di certe condizioni climateriche, fisiologiche,

o zoologiche; ma confidiamo che il poco che se n'è detto possa bastare a far conoscere come la natura riparte le specie animali nei diversi punti della superficie del globo; ond'è che per ottenere l'intento propostoci in questo argomento non ci resta che a fare rapidamente la rivista dei risultamenti che ebbero le cause indicate, esponendo l'ordine nel quale troviamo attualmente distribuiti gli esseri animati.

Messe in confronto le diverse regioni del globo, in quanto spetta agli animali che le abitano, emerge tosto la molta disparità di numero delle specie che vivono in esse. La fauna di certe contrade è ricca di forme d'animali svariatissime, mentre altrove vediamo regnare una grande monotonia; ed è facil intravedere come v'abbiano certi rapporti tra le ricchezze zoologiche ed una temperatura più o meno alta. In fatti il numero delle specie sia terrestri che marine va crescendo dai poli all'equatore. Le più lontane terre polari non presentano che pochi insetti, ed i pesci ed i molluschi di quei mari hanno forme poco svariate; la fauna dei climi temperati consta di un numero di specie molto maggiore; ma la natura si mostra prodiga più che altrove nelle regioni intertropicali, dove la moltiformità degli animali è indefinibile.

Così può anche notarsi una singolare coincidenza tra l'altezza della temperatura delle diverse regioni zoologiche ed il grado di perfezione organica dei loro abitanti. Gli animali che più somigliano all'uomo, e gli altri che primeggiano in ogni grande partizione zoologica per la ricchezza dell'organismo più complicato, e la perfezione delle facoltà, sono incoli dei climi più caldi. Le regioni polari forniscono specie così imperfette che ad esse compete il più spesso un posto molto umile nelle serie zoologiche. E in prova può notarsi come le scimie sono oriunde dei paesi caldi di ambedue i continenti, nei quali si trovano altresì, tra gli uccelli, i pappagalli, tra i rettili i coccodrilli e le tartarughe, i granchi terrestri tra i crostacei; i quali animali sono tutti i più perfetti della loro classe.

Nè si voglia dimenticare che da colà ci provengono ben anco quelli i quali prevalgono per dovizia di colori, per molta mole, o per stranezza di forme.

Infine pare esista anche una certa relazione tra il clima e la tendenza della natura a produrre una od altra forma ani-

male. Si è avvertita una grandissima somiglianza tra la maggioranza delle specie delle regioni boreali e quelle delle australi; le faune delle regioni temperate d'Europa, d'Asia e dell'America settentrionale, hanno tra loro una analogia complessiva; e nelle contrade tropicali dell'uno e dell'altro continente si vedono predominare delle forme simili. Quantunque nelle regioni le quali, benchè separate, pure hanno una temperatura eguale, o, come si dicono, nelle *zone isotermiche*, non si trovino le stesse specie, pure queste specie si assomigliano per modo che ponno ritenersi come spettanti ad un medesimo tipo. Le scimie dell'India e dell'Africa centrale sono rappresentate nell'America tropicale da altre scimie, le quali hanno con esse gli stessi rapporti che i leoni, le tigri, le pantere dell'antico continente trovansi avere col conguar, il jaguar, e l'oncelot. Le montagne dell'Europa, dell'Asia e dell'America settentrionale ricettano orsi di specie diverse, ma solo dissimili per condizioni di poco momento. Le foche abbondano più che altrove presso i circoli polari; e quando si amasse meglio cercare le prove di questa tendenza negli esseri inferiori, emergerebbero nuove prove del nostro assunto ed anche più evidenti; i gamberi, per esempio, pare si trovino tutti circoscritti tra le regioni temperate del globo; pressochè ovunque in Europa si trova quella specie che noi pure raccogliamo comunissima nei nostri fossi; in Russia ve ne ha una specie diversa, due altre nell'America settentrionale, una quarta al Chili, una quinta al sud della Nuova Olanda, una sesta a Madagascar, ed una settima al Capo di Buona Speranza.

Proseguendo nel confrontare le faune proprie alle diverse regioni zoologiche si giunge a risultamenti molto più difficili a spiegarsi. Così dall'esame successivo delle specie d'Asia, d'Affrica o d'America, emerge che la fauna del Nuovo Mondo ha un carattere evidentissimo di inferiorità, come lo notava pel primo l'ingegno acutamente osservatore di Buffon. Infatti nell'America non s'incontrano mammiferi così grandi come nell'antico continente; è bensì vero che nella parte settentrionale di esso vivono molte scimie, ma nessuna somiglia alle più perfette del gruppo, e s'avvicina all'orang-utang od al chimpanzè; invece vi predominano i rosicchianti e gli sdentati, cioè i meno intelligenti fra tutti i mammiferi ordinarj. Nelle Americhe pure s'incontrano le sarighe, che spettano al tipo più umile dei mammiferi

ordinarj, e non si trova rappresentato nè in Europa, nè in Asia, nè in Affrica. Se, poi dal Nuovo Mondo si passa ad una contrada più recente, cioè nell'Australia, si vedrà come quivi la fauna sia anche più inferiore, non possedendo in fatto di mammiferi che gli ultimi marsupiali ed i monotremi.

Si esigerebbe troppo spazio per trattare dei limiti delle diverse regioni zoologiche e degli elementi che entrano a comporle; nè possiamo dolerci di questa omissione perchè, a dir vero, la scienza tracciò appena le prime linee di simili studj.

E qui diam termine a questi esercizj zoologici, nei quali, lo ripetiamo, non ci prefigemmo di descrivere ogni singolo animale, e d'enumerare i caratteri pei quali può riconoscersi a qual gruppo metodico debba riferirsi; col dare un corso di nozioni sulla natura e sulle proprietà di questi esseri intesimo di tratteggiare largamente la loro storia, e di fornire ai giovani benevolonterosi quelle nozioni generali che abbiamo giudicate più utili e meglio adatte a far loro concepire un'idea adeguata della scienza, ed a dirigerli sicuri in questi studj di osservazione.

FINE DELLA PARTE SECONDA.

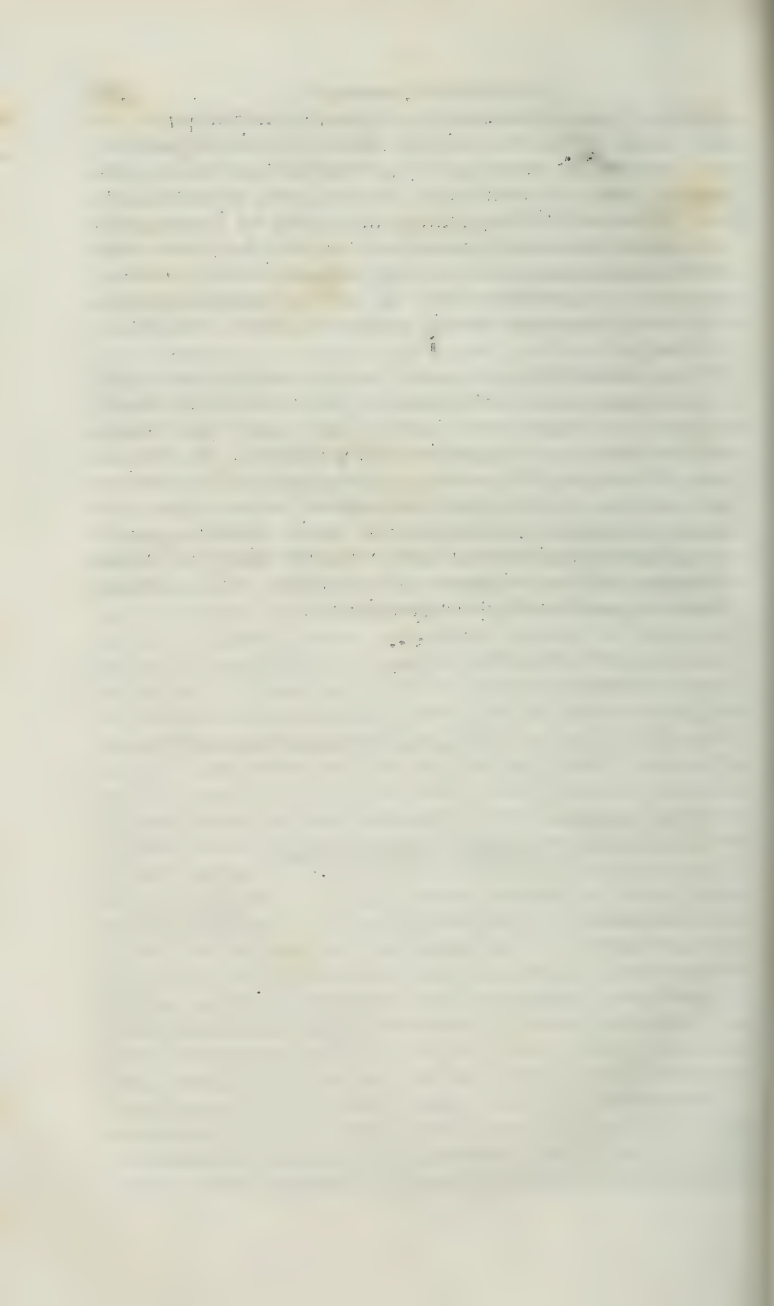



TAVOLA DEGLI ARGOMENTI

PARTE PRIMA.

STORIA DELLE PRINCIPALI FUNZIONI ANIMALI.

PARTE SECONDA.

STRUTTURA E CLASSAZIONE DEGLI ANIMALI.